8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva

Aproveitamento da água de chuva em diferentes setores e escalas:

DESAFIO DA GESTÃO INTEGRADA

14 A 17 AGOSTO 2012

Campina Grande-PB

Local: Federação das Indústrias do Estado da Paraíba

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CAPTAÇÃO E MANEJO DA ÁGUA EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SERTÃO PERNAMBUCANO DO PAJEÚ E SÃO MIGUEL DE TUCUMÁN – ARGENTINA

Emilio Tarlis Mendes Pontes[1] & Hernani Loebler Campos[2]

Resumo: O presente estudo estabelece comparações empíricas sobre manejo e captação de água em regiões semiáridas, no vale do Pajeú pernambucano e no semiárido argentino da província de Tucumán, como parte da pesquisa de doutorado em Geografia. Nas duas regiões a busca pelo direito à água tem forte viéis com o enfrentamento à pobreza e melhoria da qualidade de vida das comunidades difusas desses lugares. Em Pernambuco, a proposta da convivência com o semiárido cada vez mais se encorpa e se revela em ações pragmáticas para a solução de problemas há tempo reivindicados a exemplo do que vem praticando a Articulação com o Semiárido Brasileiro (ASA). Na Argentina, os habitantes dos Núcleos Duros de Pobreza e Miséria defrontam-se diante da expansão agrícola e mudanças tecnológicas e procuram saídas contextualizadas com suas realidades. Dessa maneira, este trabalhoapresenta avanços e desafios para o acesso à água inserida nessas regiões semiáridas sul-americanas sob o ponto de vista da articulação, enfrentamento à pobreza e do desenvolvimento local.

Palavras-chave: chuva, semiárido, água, convivência.

INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado é parte integrante da pesquisa de Doutorado em Geografia sobre a influência de programas relacionados à convivência com o semiárido nordestino brasileiro no combate à pobreza, acesso irrestrito à água e na promoção do desenvolvimento rural local, através de protagonismo de atores e sujeitos, inseridos e formadores de movimentos sociais, particularmente no vale do Pajeú, em Pernambuco, mudando uma situação de centralização ou inexistência do acesso à água potável para as famílias rurais e gerido por uma rede de mobilização em prol do desenvolvimento rural nordestino, na busca pela integração da convivência humana com o semiárido.

Esta mobilização tem respaldo e apoio através da ASA (Articulação no Semiárido Brasileiro), estabelecida a partir do momento histórico de redemocratização do Brasil e que compreende, em síntese, o resgate dos saberes populares tradicionais, a mobilização social, a atuação em rede e o novo papel de significância de alguns atores e sujeitos sociais "esquecidos" por velhas e ainda atuantes políticas para o que se chamava de combate à seca (PONTES, 2010). Assim, propõe-se apresentar e analisar os resultados obtidos através de um intercâmbio de estudos realizados no Departamento de Geografia e Instituto de Estudos Geográficos da Universidade Nacional de Tucumán, como participante do grupo de pesquisa Estrutura do Núcleo da Pobreza Rural no Norte da Argentina (ENPRNA). Este intercâmbio foi financiado pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) através da modalidade intitulada Auxílio à Mobilidade Discente.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aplicada tem como base: acesso a informações (livros, documentos, artigos, estatísticas, mapas, sistema de informações geográficas, participação em eventos etc.); pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Estudos sobre Espaço, Cultura e Política (LECgeo) na UFPE; e conhecimentos empíricos

[1] Mestre e atual doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco. Rua Monsenhor Salazar, 679, Fortaleza, CE. Fone: (81) 9514-7267. E-mail: tarlispontes@gmail.com
[2] Professor Adjunto do Programa de Pós Graduação em Geografia do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: hernaniloebler@bol.com.br

obtidos a partir das atividades em campo realizadas desde 2008 no Sertão pernambucano do Pajeú, na aplicação de entrevistas e questionários, visitas às entidades, órgãos e famílias relacionadas com o tema. Em Tucumán, similares passos metodológicos foram adotados durante o estágio em 2011, diferenciando-se da pesquisa no Brasil nas atividades de campo que foram realizadas no semiárido argentino, bem como a participação no projeto de pesquisa local. Este projeto tem como proposta, conforme Rivas (2008), analisar os processos de concentração e fragmentação da terra nos núcleos duros de pobreza; determinar o funcionamento das estruturas produtivas enfatizando a produção agrícola dos pequenos produtores, reconhecer os efeitos da modernização e capitalização das estruturas produtivas encontradas; caracterizar a estrutura e dinâmica da população rural e sua organização nesses centros; e gerar conhecimento sobre essas áreas que necessitam de políticas de desenvolvimento rural. Dentro desse contexto, o objetivo maior é o de estudar o panorama agrário em transformação nos últimos 25 anos na Argentina. Este projeto está em andamento desde 2009 e será concluído no final de 2012. O município de Graneros está inserido no núcleo duro de pobreza (LONGHI, 2009; BOLSI, 2006) cujos critérios de caracterização dessa área consideram o **acesso** e a **qualidadeda água** como dimensão de identificação, além de ser uma região semiárida, o que justifica a sua escolha para um estudo focado nas semelhanças e diferenças com a problemática encontrada no semiárido brasileiro.

Nessa pesquisa será apresentada uma análise comparativa entre os dois semiáridos: o vale do Pajeú (Brasil) e Graneros (Argentina). Para tanto, serão expostas e discutidas as potencialidades e limitações do acesso à água, tendo como referencial o conceito das "três águas", que será abordado posteriormente, bem como a possibilidade de promoção do desenvolvimento nessas áreas.

No tocante ao método, utilizou-se o comparativo que, conforme Schneider; Schimitt (1998), tal método consiste na investigação de coisas ou fatos na busca por sua explicação a partir das semelhanças ou diferenças em meios sociais distintos para a detecção do que é ou não comum a ambos, podendo ser utilizado para regiões longínquas uma da outra. Essa abordagem permite conciliar a teoria e o interesse dos processos a serem analisados em dois momentos: o analógico, voltado à identificação das semelhanças entre os fenômenos; e o contrastivo, onde são trabalhadas as suas diferenças.

Para tanto, foram contemplados os seguintes procedimentos metodológicos: a seleção de dois ou mais fenômenos que permitam a comparação, ou seja, o recorte espaço-temporal bem definido (semiáridos do Vale do Pajeú e Graneros); a definição dos elementos a serem comparados (acesso à água potável ou às 'três águas"); e as generalizações, isto é, agrupar os fatos para que possam iluminar-se reciprocamente, "descobrindo elementos comuns aos diferentes casos, típicos para as diferentes classes de casos, ou singulares, que não podem se repetir" (*op. cit.*, p. 36) que serão demonstrados neste trabalho.

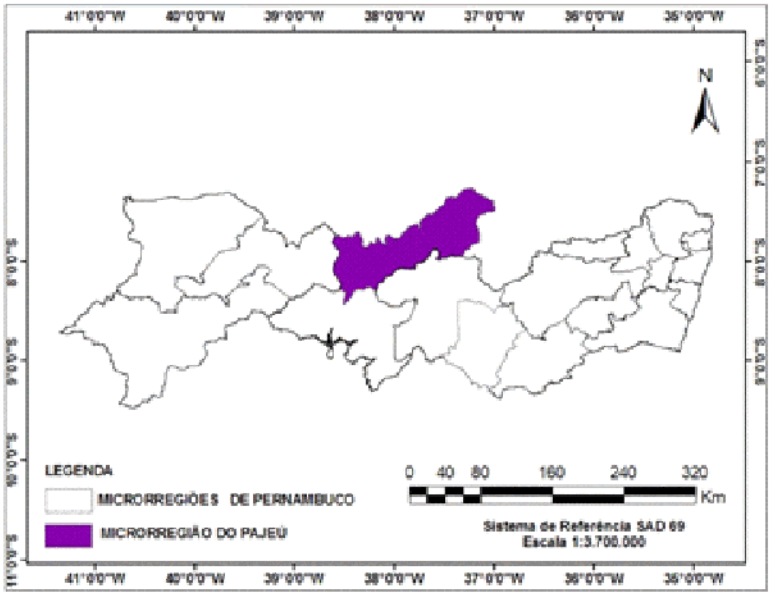
Em ambas as regiões semiáridas foram percebidas estágios de como lidar com a questão relacionada à água, ao enfrentamento à pobreza e a promoção do desenvolvimento local com distintos graus. A partir de um processo histórico e de algumas características físicas diferentes, cada um desenvolve suas estratégias que serão apresentadas e analisadas no decorrer do texto.

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS

A região semiárida estudada no Brasil está situada na microrregião Sertão Alto do Pajeú, também conhecida como vale do Pajeú (Figura 1), que engloba 17 municípios. Pertence ao Estado de Pernambuco (98.311,616 km², representando 7, 5% do NE do Brasil).

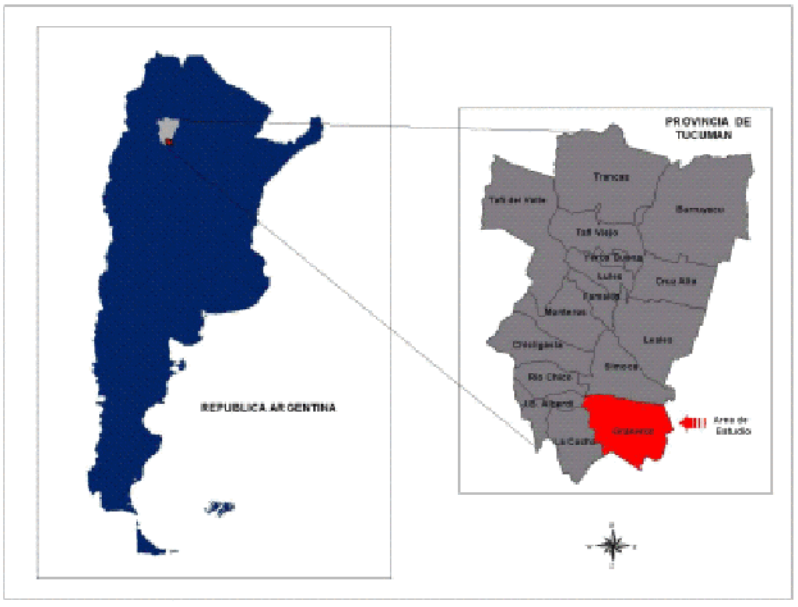
O clima é tropical semiárido quente, com temperatura anual média igual ou superior a 18°C e chuvas de verão outono, conforme classificação climática de Köppen.A taxa pluviométrica média anual dos últimos 25 anos é na ordem de 817 mm, com períodos de seis a oito meses de estiagem e com grande irregularidade. O período chuvoso ocorre entre janeiro e abril.Na Argentina, a área de estudo é o DepartamentoGraneros da Província de Tucumán (Figura 2) e está localizado na Região Noroeste (NOA) do país, com uma área de

470.184 km² (ARGENTINA, 2010). É uma zona tropical e subtropical onde acontecem importantes variações do clima devido à influência dos distintos fatores geográficos que influenciam na região (HERNANDÍZ; BOBBA, 2005).



Fonte: Pernambuco (2006)

Figura 1. Divisões regionais de Pernambuco, destacando o vale do Pajeú



Fonte: ARGENTINA (2010)

Figura 2. Localização da Província de Tucumán, destacando-se o município de Graneros

Pertencente ao NOA argentino, a Província de Tucumán tem uma área de 22.524 km² o que perfaz 4,8% do NOA e uma população de 1.448.200 habitantes. A capital é São Miguel de Tucumán, com 549.163 habitantes e encontra-se a 436 m em relação ao nível do mar, (ARGENTINA, 2010).Do ponto de vista climático, em Tucumán predomina o clima subtropical com a estação seca no inverno (ARGENTINA, 2008). O climacaracteriza-se por chuvas no período de outubro a março que sobrepassam 1000 mm/a. A média de temperatura anual é de 25°C com a mínima atingindo os 13°C. A Província possui diversos microclimas,

variando em função das áreas mais elevadas, e as quatro estações bem definidas: verão quente por todo o dia devido a temperatura e umidade altas; outono agradável durante o dia e com noites frias; inverno agradável ao meio dia e tarde com noites e manhãs frias; e primavera quente ao meio dia e parte da tarde e o restante do dia agradável (ARGENTINA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Proveniente das atividades de campo e leitura, pode-se afirmar que, apesar de todas as dificuldades, a quantidade e a qualidade das atividades em andamento no Pajeú vislumbram conquistas consideravelmente mais avançadas que as observadas no semiárido argentino, tal como mostra o quadro sintético (Quadro 1). É importante destacar que não há a intenção de se enaltecer ou desprestigiar uma ou outra realidade. Sendo assim, não se pode deixar de considerar o processo histórico particular de cada área, a interlocução entre os atores sociais dentro de cada contexto e o respeito pela caminhada de cada comunidade, que possui ritmos culturais e sociais diversos. Porém, um fator positivo no NE brasileiro tem sido a constante e organizada partilha e reprodução de experiências exitosas que necessitam de exposição e divulgação para seu conhecimento. Isso acontece nos inúmeros seminários, fóruns, e variados tipos de eventos, a nível local, ou mesmo internacional, tanto com estudiosos do assunto como com agricultores e demais sertanejos.

Um dos diferenciais entre a realidade brasileira e argentina está relacionado com a qualidade da água conquistada. Enquanto no Nordeste a água captada e mancjada através dos programas de captação pluvial tem altos índices de aprovação, comprovada a partir de diversas pesquisas sistemáticas feitas por distintos órgãos como EMBRAPA, Universidades, ONGs etc. (PONTES, 2010), a água provinda dos poços surgentes

Quadro 1. Comparativo do acesso à água nos semiáridos brasileiro e argentino

	Vale do Pajeú (Brasil)	Graneros (Argentina)
Primeira e segunda água	* Principais fontes: - Captação de água de chuva em cisterna do P1MC ou outro programa similar (quando existente, oferece água potável para todo ano; uso racional); - Poço (comum e eficiente, todavia nem sempre é possível ser construído e não oferta água para todo o ano); - Rios, açudes ou barragens (quando não existe o P1MC, essas fontes costumam estar longe das casas e oferecem água de qualidade duvidosa); - Carro-pipa (atividade paga que vai de encontro aos princípios da liberdade ao acesso à água compreendida pelas articulações locais; algumas vezes é o único modo de acesso à água); - Chafariz público (de grande utilidade, porém distante das famílias rurais; difícil acesso)	* Principais fontes: - Poços surgentes, semi-surgentes e comunitários (através da distribuição por cano para as casas, oferece água para todo ano; uso limitado; presença de arsênico confirmada em alguns casos, sob suspeita em vários outros) - Captação de água de chuva em cisterna ou outro reservatório – tecnologia incipiente ou desconhecida na região; - Doação (partilha de água de quem tem acesso a poço surgente; uso limitado); - Rio e barragens (pouco aproveitamento); - Poço (alguns contaminados por arsênico; outros de qualidade não atestada); - Compra de água engarrafada.
Terceira água	* Principais fontes: - Cisternas de calçadão; tanque de pedra; barreiro trincheira e barragem subterrânea (quando existentes); - Rios, açudes, poços, carro-pipa (em geral, insuficientes para todo ano, resultando em pouca produtividade); - Período chuvoso natural (entre fevereiro e maio, onde é plantado, em geral, milho, feijão, mandioca e hortaliças); - Renda e comercialização de produtos (animal ou vegetal) obtidos pelo acesso à terceira água, articulados pelos vários movimentos e vendidos em feiras ou lugares especializados, dentro ou além do vale do Pajeú.	* Principais fontes: - Período chuvoso natural (entre novembro e abril, onde é cultivado milho, alfafa, sorgo, hortaliças – batata, alface, abóbora, pimentão - para consumo familiar e dos possíveis animais); - Grandes limitações ou quase total inexistência de renda obtida por produção agrícola; - Renda obtida por venda de caprinos; processo de maximização dessa fonte via Associação de moradores; - Dique Frontal (Dique existente a Norte do Departamento e que, à medida que seca, oferece terras cultiváveis)

e semi-surgentes argentinos é duvidosa ou comprovadamente contaminada por arsênico, como também demonstram os estudos realizados (GUBER *et al.*, 2009).

CONCLUSÕES

Os pontos divergentes da realidade brasileira e argentina relacionam-se com a qualidade da água, os modos de articulação e as políticas públicas conquistadas. No Nordeste brasileiro a água captada e manejada através dos programas de captação pluvial tem qualidade testada e aprovada por diversas pesquisas sistemáticas feitas por distintos órgãos, a água provinda dos poços surgentes e semi-surgentes argentinos é duvidosa e, em vários casos, as pesquisas mostram e atestam a contaminação por arsênico.

Em relação ao nível de articulação entre as duas realidades, pode-se dizer que está de intermediário a avançado no Pajeú e inicial em Graneros, porém, convergentes quanto ao entendimento de que a articulação e integração é uma maneira factível para lograr e promover o desenvolvimento local. Em ambas a situações destaca-se o papel da mulher como ator e sujeito de transformação, liderando e protagonizando novas situações de desenvolvimento local, seja exemplificado como a articulação das mulheres produtores do Pajeú e as mulheres da associação de caprinocultura em Graneros.

No Nordeste brasileiro e no Norte argentino a questão das políticas públicas é um nó górdio: fundamentais para o desenvolvimento, compreende-se que já se tem conquistas no primeiro caso (*vide* o P1MC) e carece de formulação no segundo, onde conforme Bolsi *et al.* (2009), não formam parte da política do Estado. Em Graneros, as novas tecnologias conseguem superar as condições naturais insatisfatórias e o agronegócio se expande. No entanto, o potencial limita-se a este grupo já que o município não obtém melhorias porque não existem novas políticas de desenvolvimento rural, há uma linha de pequena agricultura familiar, mas direcionada em termos produtivos, não contemplando o social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Argentina. Instituto Nacional de Estadística y censos de la Republica Argentina. Censo 2010. 2010. Disponível em: <http://www.indec.gov.ar/> Acesso em 09.out.2011

_____. Ministerio da Defesa. Servicio Metrológico Nacional. Climatologia. 2000. Disponível em: <http://www.smn.gov.ar/> Acesso em 10.out.2011

_____. Gobierno de Tucumán. La provincia. 2008c. Disponível em: <http://www.tucuman.gov.ar> Acesso em 11.out.2011

Bolsi, Alfredo. El Norte Grande Argentino entre el progreso y la pobreza. In: Población y SociedadN°12/13. San Miguel de Tucumán: Fundación Yocavil, 2006.

_____. El ámbito regional. Interrogantes y conjeturas. El território del norte grande argentino como contexto de la pobreza. In: : _____.; PAOLASSO, Pablo (org). Geografía de la pobreza en el norte grande argentino. São Miguel de Tucumán: PNUD, 2009, pp. 123-171.

Guber, Rosa Silvina *et al.* Contenido de arsénico en el agua de consumo en Leales y Graneros. In: Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana, n. 2, v. 43, 2009, pp. 201-207.

Longhi, Fernando. Los núcleos duros de miseria en el Norte Grande Argentino. In: PLATAS, Danú Alberto Fabre; MORAL, José Antonio Hernanz; BALDERAS, Edgar Pablón. In-equidad, des-igualdad, ex-inclusión social. Ciudad de México: Manovuelta, 2009, pp. 149-163.

Hernandéz, Claudia; Bobba, María. Aspectos geográficos del Noroeste argentino. In: MINETTI, Juan Leónidas (org). El clima del noroeste argentino. San Miguel de Tucumán: Magna, 2005, p. 09-25.

Pernambuco. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Atlas Bacias Hidrográficas de Pernambuco. Recife: SECTMA, 2006.

Pontes, Emílio Tarlis Mendes. Transições paradigmáticas: do combate à seca à convivência com o semiárido: o caso do Programa Um Milhão de Cisternas no município de Afogados da Ingazeira. Recife: EDUFPE, 2010.

Rivas, Ana Isabel. Proyecto Estructura agraria y ruralidad en los núcleos duros de pobreza del Norte grande argentino. San Miguel de Tucumán: UNT, 2008.

Schneider, Sergio; Schimitt, Claudia. O uso do método comparativo. In: Cadernos de Sociologia, Porto Alegre, v. 9, 1998, pp. 49-87.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CAPACIDADE DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE JOÃO DIAS-RN

Thiago Pereira de Sousa[1] & Eduardo Pereira de Sousa Neto[2]

Resumo: A captação e o armazenamento da água de chuva como água potável não é uma idéia nova, hoje, já existem programas governamentais e leis que incentivam a captação e o seu uso, mesmo assim sua captação se introduzida em grande escala e aliada à conscientização dos usuários, pode aumentar o abastecimento existente e suprir a demanda em épocas de escassez a um custo relativamente baixo, permitindo beneficiar muitas famílias, amenizando os impactos das estiagens em áreas rurais. No semi-árido do Nordeste brasileiro, a cisterna tem sido uma das principais formas de captação e armazenamento da água de chuvas, todavia, os longos períodos de estiagem que ocorre na região fazem com que a água das cisternas não seja suficiente para atender as necessidades das famílias rurais. Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento junto aos agricultores de quatro comunidades rurais do município de João Dias-RN, quanto à capacidade de captação e armazenamento da água de chuva. O trabalho foi realizado de janeiro a junho de 2011, com agricultores das comunidades rurais de Serrota, Rosário, Currais e Serraria, onde foram acompanhadas 15 famílias. Os resultados obtidos demonstraram que no período analisado a precipitação media foi de 824,1 mm. A água da chuva captada e acumulada principalmente em cisternas não foi suficiente para atender as necessidades dos agricultores no período de estiagem, sendo os carros-pipa a principal alternativa de complementação da água para os agricultores da zona rural. Com esses resultados, pode-se concluir que as cisternas são os principais reservatórios utilizados pelas comunidades rurais para armazenar água de chuvas, embora tenham contribuído em parte para solução do problema da falta de água na região, não acumulam água suficiente para o atendimento das famílias no período de estiagem.

Palavras-chave: captação, chuva, cisterna, água.

INTRODUÇÃO

A precipitação média anual do semi-árido do Nordeste brasileiro encontra-se numa amplitude que varia de 250 a 800 mm anuais, distribuídos durante três a cinco meses do ano (Lopes, 2005). Contudo, a falta de água é o principal obstáculo para a sobrevivência dos agricultores e animais, esta vulnerabilidade é decorrência da instabilidade climática, dramatizada pelos períodos de seca que ocorrem em média, a cada cinco anos (Cruz et. al., 1999).

Para suprir a deficiência de água em seus diferentes usos no meio rural, como consumo humano, animal e produção agrícola, diferentes alternativas tecnológicas têm sido desenvolvidas, e ou adaptadas às condições do semi-árido brasileiro, visando à captação, armazenamento, uso e reuso da água de chuva, com destaque para as cisternas rurais que pode aumentar a disponibilidade e melhorar a qualidade das águas utilizadas pelos agricultores (Lopes, 2005). A cisterna em seus diferentes modelos e formatos é uma forma milenar de armazenar água das chuvas em regiões que não dispõem de fornecimento de água permanente, sendo para tanto esta a tecnologia mais utilizada pelas comunidades rurais estudadas para armazenamento de água das chuvas, e amenização de sua falta nos períodos de estiagens, entretanto esta forma de armazenamento não tem sido suficiente para o consumo das famílias rurais nos períodos de estiagem.

O dimensionamento das cisternas, cuja maioria suportam 16m³ de água, tem causado alguns transtornos para muitas famílias que em anos de chuvas regulares, não conseguem aproveitar toda a água das chuvas,

[1] Graduando em Ciências Agrárias, Pesquisador do CCHA/DAE/Campus IV da UEPB. CEP 58.884-000, Catolé do Rocha, PB. Fone: (84) 9955-6258. E-mail: tiagojd2009@hotmail.com
[2] Graduando em Agronomia, Pesquisador do CCTA, Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal. CEP 58.840-000, Pombal, PB. E-mail: gogaeduardo@hotmail.com

como também a irregularidade dos telhados das residências e a falta de calhas para o aproveitamento total das chuvas, assim, os agricultores buscam a complementação de suas necessidades de água para o consumo em carros-pipa.

Este trabalho teve como objetivo estudar as formas de captação e armazenamento da água de chuva utilizada pelos agricultores de quatro comunidades rurais do município de João Dias-RN.

Figura 1. Cisterna rural retangular

Figura 2. Cisterna rural circular

Figura 3. Cisterna calçadão

Figura 4. Plantio no entorna da cisterna

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho foram selecionadas ao acaso quatro comunidades rurais localizadas na zona rural do município de João Dias-RN; a população estudada foi constituída por 15 famílias, sendo 06 (seis) residentes na comunidade de Serrota, 03 (três) na comunidade de Rosário, 03 (três) na comunidade de Currais, e 03 (três) na comunidade de Serraria. O trabalho foi realizado no período de janeiro a junho de 2011.

Em cada comunidade foi realizado um acompanhamento durante o período de estudo, com visitas mensais às famílias para identificação das formas de captação e dos meios de armazenamento da água das chuvas. Os dados pluviométricos foram cedidos pelo escritório local da EMATER-RN, que realiza a coleta e o monitoramento do volume das precipitações no município João Dias-RN.

Tabela 1. Fórmula para o dimensionamento do volume de água necessário para consumo por família

Volume de água (V_a) necessária a família (litros ou m³)			
Numero de pessoas (n)	**Consumo médio por pessoa por dia, em litros (c)**	**Período sem chuvas, em dias (p)**	**Quantidade de água necessária V_a = n x p x c**
5	14	240	V_a = 16.800 litros = 16,8 m³

Tabela 2. Fórmulas para o dimensionamento da área de captação, do volume e da quantidade necessária de água de chuva para consumo

Dimensões do tanque de armazenamento e volume de água captado	
Forma Circular: $V_a = 3{,}14 \times r^2 \times h$	Forma Quadrática: $V_a = y \times z \times h$
V_a = 16,8 m³	V_a = 16,8 m³
h = altura (m), h = 1,5 m	h = altura (m), h = 1,5 m
r = 1,90 m	Y = 3,45 m
Área de Captação (m²): $A = \frac{V_a}{P \times e}$	A = 47,00 m²
P = quantidade média de chuva da região, considerando P = 400 mm = 0,4 m	
e = valor médio do escoamento superficial da área é = 0,90	

Fonte: Silva et al., 1988

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados obtidos, observou-se que as comunidades estudadas possuem uma boa capacidade de captação de água, no entanto estas possuem um déficit na capacidade de armazenamento, tendo em vista que das 15 famílias estudadas apenas 08 dispõe de cisternas para armazenamento de água. Como no ano de 2011 choveu 824,1 mm no município de João Dias-RN, esses valores são superiores a média da região mais seca do semi-árido nordestino que apresenta uma amplitude de variação de 250 a 800 mm (Brito & Porto, 1997). Embora essa precipitação tenha sido acima de todas as expectativas, as chuvas foram irregulares e mal distribuídas, proporcionando problemas nas comunidades devido à falta de reservatórios adequados e suficientes para aproveitamento satisfatório da água das chuvas, ou seja, choveu muito em um curto período e choveu pouco em um período longo, fazendo com que na época de maior necessidade de água para o consumo dos habitantes no período de estiagem (junho a dezembro), os reservatório não disponibilizassem mais água, (conforme Tabela 3).

Tabela 3. Distribuição da precipitação (mm) ocorrida no município de João Dias-RN, no ano de 2011

Precipitação pluviométrica do município de João Dias/RN - Ano de 2011	
Meses	**Total (mm)**
Janeiro	195,2
Fevereiro	177,5
Março	19,6
Abril	167,6
Maio	197,2
Junho	34,0
Julho	33,0
Agosto	0,0
Setembro	0,0
Outubro	0,0
Novembro	0,0
Dezembro	0,0
Total geral	**824,1**

CONCLUSÕES

O principal meio de armazenamento de agua das comunidades estudadas resumen-se as cisternas de placas, no entanto as cisternas das comunidades estudadas dispõe de pouca capacidade de armazenamento, fazendo com que estas não acumulem toda água das chuvas disponível nos períodos invernosos, uma vez que a grande maioria das chuvas ocorrem em grandes proporções e em pequenos intervalos de tempo, acarretando o enchimento das cisternas no período de abundancia de água, e posterior falta no período de estiagem.

Para tanto existente uma grande necessidade de construção de cisternas nas residências onde esta alternativa ainda não foi adotada, contudo, deve-se rever os modelos para o dimensionamento das mesmas para que os agricultores consigam captar e armazenar toda água das chuvas, visando maior disponibilidade de água nos períodos de estiagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, P. H. COIMBRA, R. M., FREITAS, M. A. V. **Vulnerabilidade climática e recursos hídricos no Nordeste**. In.: O ESTADO DAS ÁGUAS NO BRASIL/ org. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas - Brasília, DF: ANEEL, SIH; MMH, SRH; MME, 1999. 334p.

LOPES, P. R. C. **Alternativas de manejo de solo e água para o semi-árido brasileiro**. www.comciencia.br/reportagens. Consultado em 22 de fevereiro de 2012.

SILVA, A. S.; BRITO, L. T. L.; ROCHA, H. M. **Captação e conservação de água de chuva no semi-árido brasileiro**: Cisternas rurais II, água para consumo humano. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA/ MINTER-SUDENE, 1988. 80 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 16).

ANDRADE NETO, C O de. **Proteção Sanitária das Cisternas Rurais**. In: XI SIMPÓSIO LUSO-BARSILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2004, Natal, Brasil. **Anais ...** Natal: ABES/APESB/APRH. 2004.

P1MC: UMA ALTERNATIVA DE CONVIVÊNCIA COM AS SECAS NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

Thiago Pereira de Sousa[1] & Eduardo Pereira de Sousa Neto[2]

Resumo: A convivência com o Semi-árido Brasileiro considera que os recursos naturais, em especial, a água, fazem-se como sustento material das populações rurais, e também como base imaterial da cultura e dos valores identitários associados aos territórios de vida e trabalho dos sertanejos. Este trabalho mostra o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais, coordenado pela Articulação do Semi-Árido, como um Programa de base articuladora e mobilizadora, que promove novas cotidianeidades e territorialidades, no que tange os aspectos do desenvolvimento sustentável através de diversas implicações como o uso racional da água e a mobilização social.

Palavras-chave: Convivência; uso social da água; territorialidade.

INTRODUÇÃO

A complexidade da relação sociedade e natureza orientou o estudo sobre o processo de ressignificação e reapropriação social da natureza semi-árida, desenvolvido entre os anos de 2006 a 2010 em forma de Tese de Doutorado (CARVALHO, 2010). Tal estudo tentou compreender o sentido da 'Convivência' e os processos de articulação e mobilização dos diferentes sujeitos, instituições, falas e perspectivas para gerar outro/novo olhar sobre a natureza e o território Semi-árido. Avaliou a abertura construtivista de conceber a natureza semi-árida como uma natureza-processo, cuja seca enquanto parte da própria característica climática dos ambientes semi-áridos, não deve ser combatida.

Aqui, apresentam-se as reflexões acerca da Diretriz para a Segurança Hídrica, tendo como âncora o P1MC, cujo processo de gestão participativa pela sociedade civil tem por vistas à democratização do acesso e do uso social da água pelas famílias rurais do Semi-árido. Vários modelos de cisternas vêm sendo trabalhados pelas diversas organizações não-governamentais que participam da ASA.

O modelo de forma cilíndrico de placas se mostra mais econômico e resistente e, assim, é o modelo adotado pelo P1MC para armazenamento da água de chuva, sendo esta uma tecnologia ambientalmente correta.

MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração deste trabalho foi realizada uma revisão de literatura a cerca do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-Árido: Um Milhão de Cisternas Rurais - P1MC. Assim como levou-se em consideração a pesquisa realizada por DIACONIA (1999) na região do Alto Pajeú-PE (Tabela 1), a qual demonstra que, durante todo o ano, as famílias despendem mais de 1 hora/dia na obtenção de água para seu consumo. O que sinaliza para uma média de, pelo menos, 30 horas/mês, ou quatro dias de trabalho/mês.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a concepção do P1MC, o objetivo implícito do Programa é criar uma nova visão a respeito do embate secular entre a população sertaneja e seu meio ambiente, mediado pelas políticas públicas assistencialistas voltadas para combater as secas do Nordeste.

[1] Graduando em Ciências Agrárias, Pesquisador do CCHA/DAE/Campus IV da UEPB. CEP 58.884-000, Catolé do Rocha, PB. Fone: (84) 9955-6258. E-mail: tiagojd2009@hotmail.com
[2] Graduando em Agronomia, Pesquisador do CCTA, Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal. CEP 58.840-000, Pombal, PB. E-mail: gogaeduardo@hotmail.com

Tabela 1. Resultado de situação hídrica

Grupos de m² de telhados	Área média	Estimativa do volume de água captado durante a seca segundo vários indicadores de pluviosidade			
		220 mm (em 30% da área)	358 mm (em 40% da área)	461 mm (em 20% da área)	604 mm (em 10% da área)
Até 40	29	4,78	7,78	10,00	13,13
40,1 a 50	47	7,75	12,62	16,25	21,29
50,1 a 60	54	8,91	14,50	18,67	24,46
60,1 a 70	67	11,05	17,99	23,16	30,35
70,1 a 80	75	12,37	20,14	25,93	33,97
80,1 e mais	106	17,49	28,46	36,65	48,02
Média	**84**	**13,86**	**22,55**	**29,04**	**38,05**

Fonte: Diagnóstico da Situação Hídrica de 22 Comunidades do Sertão do Alto Pajeú. Recife-PE, Diaconia, 1999

Mais que um programa de construções (ou mesmo de "transferência de ativos"), o **P1MC** é um programa de mudança cultural, de dinamização e fortalecimento do capital social. Ademais, por sua abordagem universalista e não fundada em reivindicações corporativas, propõe um padrão de relacionamento entre estado (e governos) com a sociedade civil centrado sobre objetivos públicos.

O Programa visa, assim, o fortalecimento institucional das organizações de base, o que, por sua vez, propiciará maior dinamismo e sinergia com outras iniciativas de desenvolvimento local, bem como a melhoria do controle social, principalmente no que se refere à gestão dos recursos públicos.

CONCLUSÕES

A idéia da construção de cisternas nasce da constatação da possibilidade de captar a água de chuva (gratuita) que escorre do teto da casa. A água captada é conduzida por meio de calhas a um tanque de armazenamento (cisterna), a qual disponibiliza água potável para consumo das famílias nas épocas de estiagem. Sendo esta uma solução simples e de uma técnica facilmente adaptável à baixa situação educacional do povo sertanejo. A utilização racional dos recursos hídricos no semi-árido nordestino está diretamente ligada com a chance de conseguir a construção de um caminho de desenvolvimento sustentável que preserve a capacidade de produção dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASABRASIL. ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Construindo futuro e cidadania no semiárido**. Publicação comemorativa 10 anos ASA. Recife (PE): ASABRASIL, 2010.

AB'SABER, Aziz.. Dossiê nordeste seco nordeste sertanejo: a região semiárida mais povoada do mundo. **Revista Eletrônica Estudos Avançados.** Vol.13 no.36, São Paulo. mai/ago. 1999.

ALBUQUERQUE JÚNIOR, Durval Muniz. **A invenção do nordeste e outras artes**. Recife/PE: FNJ, Ed. Massangana; São Paulo: Cortez, 1999.

BONNEMAISON, Joel. Viagem em torno do território. In: CORREA R. ROSENDHAL, Z. (Org.). **Geografia cultural**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2002.

CARVALHO, Luzineide Dourado. Ressignificação e Reapropriação Social da Natureza: Práticas e Programas de 'Convivência com o Semiárido' no Território de Juazeiro (Bahia). 2010. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe. Núcleo de Pós-Graduação em Geografia/NPGEO. São Cristóvão, Sergipe, 2010.

PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica* Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) COMO ALTERNATIVA DE ALIMENTAÇÃO PARA CRIAÇÕES NO SEMI-ÁRIDO

Thiago Pereira de Sousa[1] & Eduardo Pereira de Sousa Neto[2]

Resumo: A região semi-árida representa grande parte do Nordeste do Brasil; a palma forrageira, cactácea exótica originária do México, está presente em todos os continentes com diversas finalidades, destacando-se sua utilização na alimentação animal. Contudo a produção de forragem no semi-árido brasileiro é comprometida em conseqüência do baixo índice pluviométrico e pela ausência ou má distribuição das chuvas durante grande parte do ano. Devido esta oscilação na oferta de alimentos para os rebanhos, a pecuária desta região é influenciada negativamente. Com a finalidade de amenizar essa situação, a palma forrageira surgiu como fonte alternativa de alimento, pois oferece boa disponibilidade no período seco, bom coeficiente de digestibilidade da matéria seca e alta produtividade. Desse modo, pode ser introduzida na alimentação de bovinos, caprinos, ovinos, suínos dentre outras. Essa forrageira têm contribuído significativamente para a alimentação dos rebanhos nos períodos de secas prolongadas. O objetivo desta publicação é apresentar os resultados obtidos para os que utilizam essa forrageira na alimentação dos rebanhos localizados no Semi-Árido.

Palavras-chave: Forrageira; semi-árido; alimentação de bovinos.

INTRODUÇÃO

O semi-árido brasileiro é um dos maiores, mais populosos e mais secos do mundo, estando situado na porção central da região nordeste, abrangendo, no todo, ou em parte, 1.133 municípios, nove estados, em uma área de aproximadamente 969.589,4 km² e 21 milhões de habitantes. Suas condições ecológicas típicas estão representadas nas ecorregiões, onde a vegetação predominante é a catinga (Araújo Filho et al, 1995).

As palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* Mill e *Napalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck são espécies que se sobressaem no semi-árido, tendo contribuído significativamente para a alimentação dos rebanhos nas secas prolongadas. Plantas do gênero *Opuntia* constituem importante recurso forrageiro, contribuindo para suprir a oferta de alimento aos animais no período de estiagem, devido a sua rusticidade e elevado potencial de produção de forragem de alto valor nutritivo, com alta disponibilidade de água, quando comparada com a vegetação nativa. Assim , elas se convertem em uma fonte de produtos e funções, inicialmente, como uma planta selvagem e, posteriormente, como uma planta cultivada.

Observa-se que a área de palma tem aumentado nos períodos mais prolongados de seca. Essa forrageira que contém em média 90% de água representa, para o semi-árido, uma valiosa contribuição no suprimento desse líquido para os animais. A palma deve ser fornecida misturada a outros alimentos como feno, silagem, restolho de sorgo, de milho, de feijão ou mesmo capim seco, bem como fontes de proteína, com o objetivo de aumentar o consumo de matéria seca e proteína pelo animal e corrigir as diarréias que podem advir quando fornecida isoladamente ou à vontade.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), Campus IV da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB); situada no Sítio Cajueiro, distando 2 km da sede do município de Catolé do Rocha-PB, (6º 20' 38" S / 37º 44' 48" W), localizada no alto Sertão da Paraíba. O clima do município de

[1] Graduando em Ciências Agrárias, Pesquisador do CCHA/DAE/Campus IV da UEPB. CEP 58.884-000, Catolé do Rocha, PB. Fone: (84) 9955-6258. E-mail: tiagojd2009@hotmail.com
[2] Graduando em Agronomia, Pesquisador do CCTA, Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal. CEP 58.840-000, Pombal, PB. E-mail: gogaeduardo@hotmail.com

acordo com a classificação de Koppen é do tipo BSWH, ou seja, seco e muito quente do tipo estepe, com estação chuvosa no verão e com temperatura do mês mais frio superior a 18ºC.

Antes da implantação do experimento, destocou-se a área, fez-se subsolagem (Figura1a), utilizando subsolador de três hastes a uma profundidade de 0,50 m, seguido de gradagem (Figura1b) e sulcamento, onde foi utilizado o sulcador de aiveca de duas linhas com regulagem para espaçamento entre os sulcos de 1,70 m e a profundidade média de 0,30 m. Uma semana antes do plantio realizou-se adubação, utilizando esterco bovino curtido, na quantidade de 30 Mg.ha-1 (DUBEUX JÚNIOR e SANTOS, 2005), aplicado dentro do sulco.

Figura 1a

Figura 1b

Utilizando-se raquetes pré-selecionadas de *Napolea cochenillifera* Salm-Dyck (cultivar palmepa PB1), instalou-se o experimento. Após a coleta permaneceram em repouso, à sombra; As raquetes foram plantadas dentro dos sulcos, dispostas uma após a outra no sentido leste-oeste, distanciadas conforme o espaçamento definido para cada tratamento e com 50 % do seu comprimento abaixo do solo por duas semanas. Os tratos culturais foram feitos com o intuito de manter o palmal isento de plantas daninhas. Para tanto, foram realizadas três capinas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A exploração pecuária na região nordeste e prejudicada pelas constantes secas e irregularidade das chuvas, causando assim, uma baixa produtividade dos rebanhos. Considerando essa má distribuição de chuvas, é necessário a busca de alimentos alternativos e mais baratos, como a palma forrageira. A palma forrageira é um alimento muito importante no semi-árido paraibano, pois assegura a alimentação dos rebanhos bovinos, caprinos, ovinos e outros animais nos períodos de estiagens prolongadas. Pode participar em até 40 a 50% da matéria seca da dieta dos bovinos e deve ser fornecida misturada a outros alimentos. A palma é um alimento que possui uma digestibilidade superior a da silagem de milho, mas contem um baixo teor de proteína bruta e de fibra. Mesmo considerado um alimento de alto valor energético, não deverá ser administrado isoladamente, necessitando complementação protéica e fibrosa.

A cultivar Palmepa PB1 apresenta plantas de porte médio bem conformadas. Os cladódios (raquetes) são elipsóides ou ovóides, verde-claros, lisos e glabros e distribuídos na planta na forma de taça. Apresentam tamanhos grandes e médios (50 x 30 cm; 30 x 20 cm; 20 x 10 cm) e são uniformes. No primeiro ano, chega a produzir uma media de 12 cladódios/planta, variando cada um deles entre 0,8 e 1,6kg. Em comparação com a palma gigante, a composição bromatológica da palma PB1 é mais rica em proteína bruta (PB) e matéria seca (MS).

A palma forrageira demonstra-se como uma boa alternativa de alimento para os ruminantes em regiões semi-áridas, Os animais não devem ser alimentados exclusivamente de palma forrageira. A palma forrageira deve ser fornecida juntamente com fontes alternativas de proteína e de fibra.

CONCLUSÕES

Como a cultivar Palmepa PB1 (palma forrageira) é uma cactácea, o défict hídrico é suprido a noite via absorção estomatal, ou seja, os estômatos abrem-se naquele período e captam a água existente na atmosfera (UR), processo fisiológico (CAM) este eficientíssimo nas palmas forrageiras. O rendimento médio anual da cultivar Palmepa PB1, considerando a sua plena adaptação a região em condições de cultivo de sequeiro, chegou-se a um rendimento de 149 t/hectare.

A cultivar é resistente a cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*) e susceptível a cochonilha-de-escama (*Diaspis echinocacti*), podridão do pé (*Fusarium sp.*) e podridão mole (*Erwinia carotovora ssp. atroseptica*);

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1995. 18p. (EMBRAPA-CNPC. Circular Técnica, 11).

ARAÚJO, P.R.B. **Substituição do milho por palma forrageira (Opuntia fícus-indica Mill. e Nopalea cochenillifera Salm-Dyck) em dietas completas para vacas em lactação**. 2002. 43p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

CAMPELLO, E. B.; SOUZA, A. C. **Emprego das cactáceas no polígono das secas**. Serviço de Informação Agrícola, nº 845, Rio de Janeiro, 1960. 35p.

CARMELLO, Q. A. C. **Nutrição e adubação de plantas hortículas**. In: MINAMI, K. Produção de muda de alta qualidade em horticultura. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p. 33-37.

Oliveira, Francisco Tomaz de. **Crescimento do sistema radicular da *Opuntia ficusindica* (L.) Mill (palma forrageira) em função de arranjos populacionais e adubação fosfatada**. Patos – PB: CSTR UFCG, 2008. 76p: il. (1-Palma forrageira – sistema radicular – Dissertação).

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO E DO NÚMERO DE DIAS DE CHUVA NO MUNICÍPIO DE TERESINA COMO SUBSÍDIOPARA A CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Raimundo Mainar de Medeiros[1], Camilla Kassar Borges[2], Lucílio José Vieira dos Santos[3], Paulo Roberto Megna Francisco[4] & Francisco de Assis Salviano de Sousa[5]

Resumo: O estudo teve como objetivo analisar a contribuição para a captação de águas pluviais com relação entre o número de dias de chuva (dcc) e a precipitação no município de Teresina, PI para gerar informações que possam servir de indicativo para uma utilização mais adequada da água da chuva. Os dados foram obtidos na estação pluviométrica convencional de Teresina no período de 1913 a 2005. As correlações entre os números de dias de chuva e a precipitação foram verificadas pelo teste F ao nível de 5%. Os dados médios apresentaram precipitação anual igual a 1.337,8mm ocorrida em 80 dias. Os meses que apresentaram os maiores valores totais de precipitação foram fevereiro, março e abril, cujo total pluviométrico foi 860,5mm distribuídos em apenas 46 dias ao longo dos três meses. Já o trimestre agosto, setembro e outubro são o menos chuvosos, com 60,6mm em 12 dias. Nos anos de precipitação abaixo da média, existiu uma melhor distribuição temporal das chuvas, ao contrário de quando choveu acima da média, que a precipitação foi mais concentrada no tempo. Houve tendência significativa de incremento na precipitação e no número de dias com chuva no 1° trimestre do ano, enquanto que no 2° e 4° trimestre, essa tendência é inversa, ou seja, de redução tanto da precipitação como do número de dias de chuva, quando se considera o período de 1913 a 2005, ajudando deste modo aos captadores de águas de chuvas a um melhor planejamento para a sua captação.

Palavra-chave:pluviosidade, comportamento da precipitação, gestão de águas.

INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre o comportamento temporal e espacial do regime de chuvas constitui um fator de grande relevância principalmente para os sistemas de produção agropecuários. Dos elementos climáticos comumente analisados, a precipitação é o que apresenta maior influência sobre o balanço hídrico das culturas, pois reflete na obtenção de altas produtividades e da estabilidade do rendimento ao longo do ano, reduzindo os riscos de perdas. A obtenção do total de precipitação junto a uma estação pluviométrica não define, por si só, a disponibilidade hídrica em uma determinada localidade durante certo período de tempo, sendo necessária à realização do balanço hídrico climatológico, para assim poder estimar a umidade disponível no solo e, portanto avaliar o potencial hídrico da região para as culturas. A relação entre os dias com chuva e a precipitação total durante um período permite conhecer o comportamento temporal das chuvas para um determinado local. Nesse sentido, Melo Et al. (2003) obtiveram, para as condições climáticas de Piracicaba-SP, maior correlação entre a precipitação e o número de dias com chuva durante o inverno (R^2 = 0,838), enquanto que no verão foi observado o menor valor (R^2 = 0,566), o que foi atribuído à característica temporal das chuvas de inverno, uma vez que no município os índices pluviométricos são baixos e há um grande número de dias sem precipitação, durante os anos analisados.

O município de Teresina localiza-se em uma zona de transição entre cerrrado e cerradão do Nordeste Brasileiro e apresenta como principal característica climática à irregularidade pluviométrica no tempo e no espaço, sendo que as chuvas concentram-se no trimestre fevereiro, março e abril. Apesar de o município

[1] Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: mainarmedeiros@gmail.com
[2] Mestranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: camilakassar@gmail.com
[3] Engenheiro Civil – Coordenador da AESA, Campina Grande, PB. E-mail: lucilio@aesa.pb.gov.br,
[4] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: paulomegna@gmail.com
[5] Meteorologista, Prof. Associado III, D.Sc. Unidade Acadêmica de Ciências Atmosférica, UFCG/Campina Grande – PB. E-mail: fassis@dca.ufcg.edu.br

ser conhecido pelos avanços na agricultura irrigada, a maior parte da população rural ainda sobrevive da agricultura e da pecuária extensiva. Nesse sentido, informações sobre o comportamento da precipitação anual, tanto em termos de quantidade de chuva como em número de dias de chuva, são importantes tanto para a agricultura irrigada como para a agricultura de sequeiro.

O objetivo deste trabalho foi analisar o comportamento da precipitação e do número de dias com chuva no município de Teresina, PI, para gerar informações que possam servir de indicativo a uma utilização mais adequada da água da chuva na região.

MATERIAL E MÉTODOS

A estação pluviométrica localizada a (05°05'S; 42°49'W) pertencentes ao DNOCS/SUDENE/INMET, funciona desde julho de 1913. Durante esses dados observados têm sido bastante utilizados em todo município de Teresina, PI. Em função dos mesmos, o clima local foi classificado, segundo Köppen, como sendo do tipo AW'(Andrade Junior et al, 2000).

Os dados diários de precipitação foram coletados em um pluviômetro convencional (Ville de Paris), localizado na estação pluviométrica de Teresina, durante 92 anos, compreendendo o período de junho de 1913 a dezembro de 2005. Considerou-se como sendo um dia com chuva, todo e qualquer dia em que a chuva foi superior a 0,0 mm. Os dados de precipitação e de número de dias com chuva foram analisados em termos de totais anuais e totais trimestrais. A existência de tendência temporal para a precipitação anual e trimestral foi verificada aplicando-se o teste F da análise de regressão linear ao nível de 5% de probabilidade, sendo que quando o valor F for igual ou menor do que 0,05 verificam-se a significância da tendência temporal dos dados. Visando uma melhor contribuir para a captação de águas de chuvas com melhores informações mais significativas e importantes para um melhor planejamento deste armazenamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica média do período analisado (1913-2005) foi igual a 1.337,8 mm anuais; valor esse que foi utilizado para separação das informações anuais em dois grupos: 1) anos em que a precipitação anual foi abaixo da média e, (2) anos em que a precipitação anual foi acima da média. O comportamento anual da precipitação e do número de dias de chuva pode ser observado na Figura 1. Dos 92 anos analisados, 49

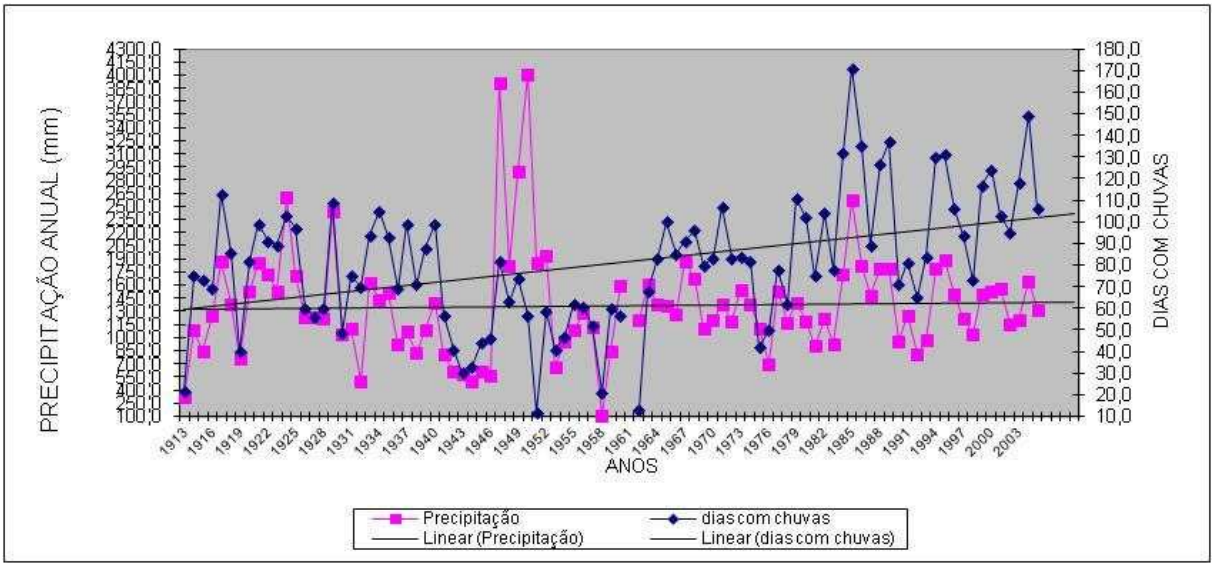


Figura 1. Precipitação e número de dias de chuva durante o período de 1913 a 2005

anos apresentaram precipitação média igual a 926,5mm, inferior a média do período total (1913 - 2005), enquanto que nos outros 43 anos a precipitação média foi igual a 1804,0mm. Percebe-se haver uma variabilidade espacial e temporal dos índices pluviométrico e do número de dias de chuva entre o início (1913) e o final das observações (2005).

As correlações entre o total de precipitação e o número de dias de chuva (dcc), em Teresina, PI, são apresentadas na Figura 2. O coeficiente de determinação (R2) para os anos com valores totais de precipitação acima da média (Figura 2b) foi inferior ao encontrado para os anos com totais de precipitação abaixo da média (Figura 2a). Nos anos com total pluviométrico acima da média há uma concentração da chuva em poucos dias. Assim, foram obtidas as correlações entre os dias de chuva (x) e a precipitação (y) para os anos dos grupos 1 e 2, cujas equações são mostradas na Figura 2. As correlações apresentaram um coeficiente de determinação (R^2), cujos valores foram iguais a 0,5931 e 0,0197, respectivamente para anos com precipitação abaixo e acima da média.

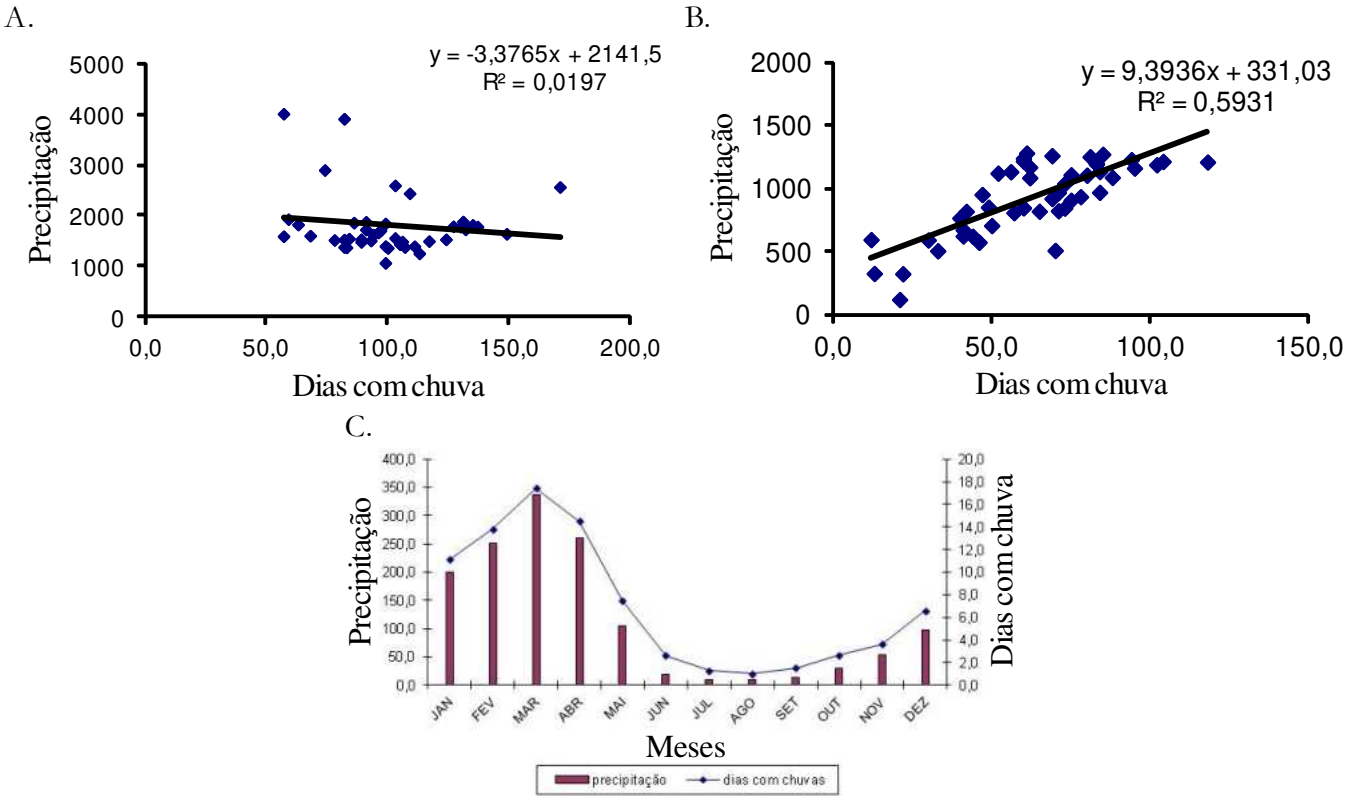
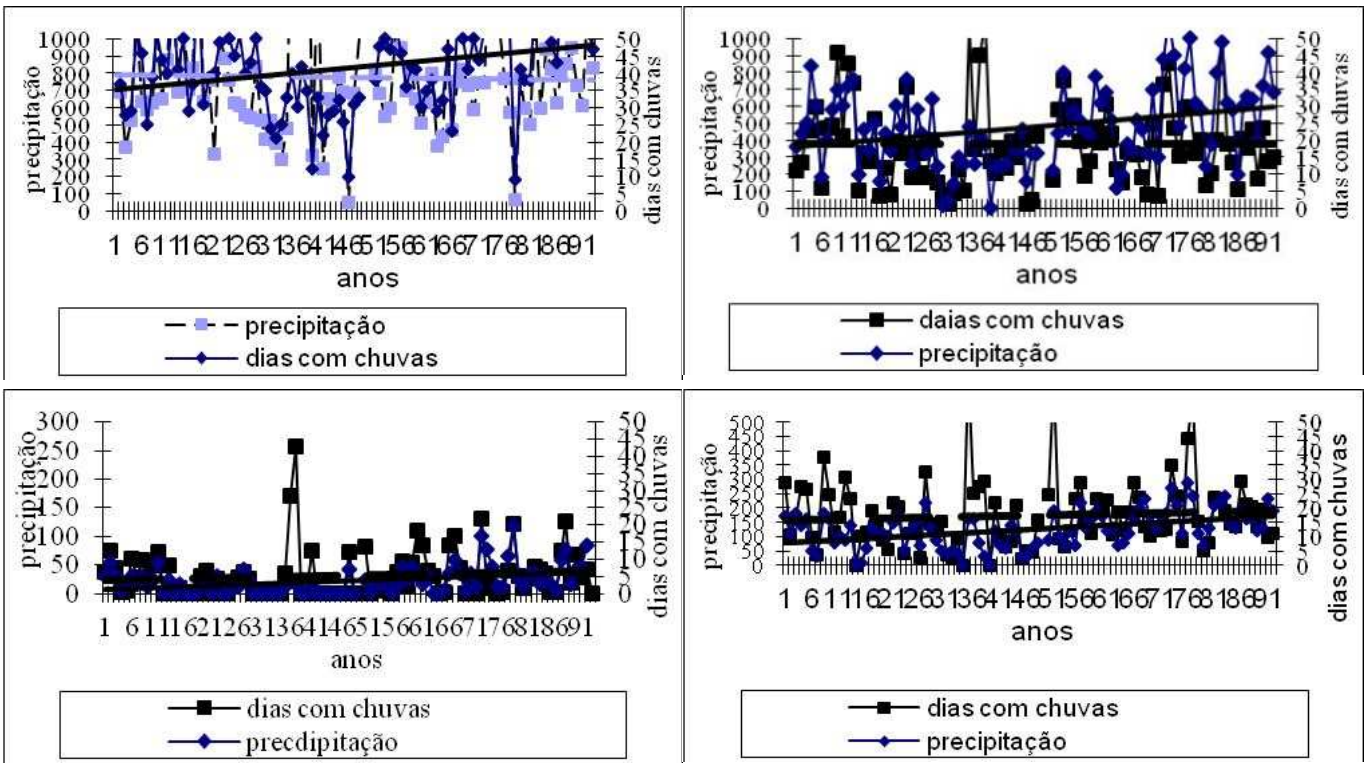


Figura 2. Correlações entre o total de precipitação e o número de dias com chuvas para os anos com valores de precipitações (a) abaixo da média (b) acima e (c) média mensal da precipitação e do número de dias com chuva do período (1913-2005)

Apresentam comportamento crescente para os anos do grupo 2, enquanto que para os anos do grupo 1 ocorreu o inverso (Figura 2a). Observou-se que há uma tendência dos dias com chuva aumentarem com o aumento dos totais mensais no município de Teresina, PI, (Figura 3).

Souza et al. (2003) estudaram o comportamento do número de dias de chuva no Estado de Santa Catarina e observaram que, em se tratando de precipitação anual, foi necessário separar as observações em anos de El Niño e La Niña, devido à influência desses fenômenos na precipitação. Nesse estudo, observou-se que em anos de ocorrência de El Niño o número de dias com chuva é maior que em anos de La Niña. Nesse sentido, os dados de precipitação e de número de dias com chuva de Bebedouro precisam ser analisados para uma maior série de anos, identificando-se fenômenos que contribuem para o aumento ou redução da precipitação



Fonte: Estudo Agrometeorológico do Estado do Piauí

Figura 3. Precipitação e número de dias de chuvas em Teresina, PI: (a) 1ª Trimestres, (b) 2ª Trimestres, (c) 3ª Trimestre e (d) 4ª Trimestre. (Período: 1913-2005)

local, como o fenômeno El Niño/La Niña. Uma vez verificada a correlação entre estes fenômenos e a precipitação local, a previsão dos mesmos pode ser utilizada para orientar a população no sentido de que em anos cuja previsão aponte para a ocorrência de chuvas um pouco abaixo da média, pode haver maior chance de sucesso das atividades agrícola; enquanto que a previsão de chuvas acima da média deve alertar para o uso das tecnologias de captação e armazenamento de água da chuva.

Os meses que apresentaram os maiores valores totais de precipitação foram janeiro, fevereiro e março, cujo total pluviométrico foi 350,8 mm distribuídos em apenas 22 dias ao longo dos três meses (figura 3a). Já o trimestre julho, agosto e setembro é o menos chuvoso, com 17,4 mm em 3 dias Figura 3c). Na análise trimestral do comportamento do total de precipitação e do número de dias com chuva foi possível observar que o 1º trimestre apresentou a tendência de acompanhar a variação do total de precipitação ao longo do ano.

Observa-se que nesse período, houve uma tendência temporal significativa de elevação da precipitação e do número de dias de chuva, verificada pelo teste F. Durante o 2° trimestre observa-se redução no total pluviométrico e no número de dias de chuva (Figura 3b). Os resultados observados para o 3° trimestre (Figura 3c) demonstram ser esse o período mais seco do ano, com valor não significativo do teste F ao nível de 5%. O último trimestre do ano (Figura 3d) apresentou correlação significativa entre a precipitação e o número de dias de chuva (R^2= 0,1745), com tendência temporal significativa de redução dos valores durante o período observado.

Sugere-se que sejam realizados estudos compreendendo outra localidade com o mesmo ou aproximado número de série de dados para outra estação pluviométricas do cerrado, semiárido e/ou zona com a finalidade de perceber suas variações temporais e espaciais e as contribuições de fenômenos de largas escalas atuantes nos seus regimes de chuvas locais.

Planejamentos devem ser realizados a partir das informações a partir da análise da precipitação e do número de dias de chuva, para uma melhor captação e armazenamento de águas de chuvas.

CONCLUSÕES

A análise dos dados de precipitação e do número de dias de chuva durante o período de 1913 – 2005 permitiram concluir que:

Em anos cuja precipitação foi abaixo da média (926,5mm), ocorreu uma melhor distribuição temporal das chuvas, ao contrário de quando choveu acima da média, que a precipitação foi mais concentrada no tempo.

Há tendência significativa de incremento na precipitação e no número de dias com chuva no 1° trimestre do ano; enquanto que no 2° e 4° trimestre, essa tendência é inversa, ou seja, de redução tanto da precipitação como do número de dias de chuva, quando se considera o período de 1913 a 2005.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Melo, R.W.; Karasawa, S; Piedade, S. M. S; Angelocci, L.R. Comportamento da precipitação e do número de dias de chuva em Piracicaba, estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XIII, Fortaleza, Ce. 2003.

Reddy, S. J.; Amorim Neto, M. S. Dados de precipitação, evapotranspiração potencial, radiação solar global de alguns locais e classificação climática do Nordeste do Brasil. Petrolina-PE, EMBRAPA/CPATSA, 280 p., 1983.

Sousa, P.; Ichiba, S. H. K.; Nery, J. T. Número de dias de chuva em Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XIII, Fortaleza, CE. 2003.

BACIAS HIDROGRÁFICAS E GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA ATRAVÉS DE SIG

Talita Freitas Filgueira de Sá[1], Paulo Roberto Megna Francisco[2] & José Ferreira da Costa Filho[3]

Resumo: As bacias hidrográficas constituem unidades ambientais de fundamental importância e os recursos naturais que a compõem, solo, água, vegetação e o meio que a circunda, estão em constantes mudanças em resposta à evolução natural e as atividades humanas. Sua gestão eficiente é um fator básico e fundamental para o planejamento e uso racional de seus recursos naturais, principalmente o manejo eficaz da água que é de vital importância para os seres vivos. O presente trabalho objetivou gerar um sistema de informações geográficas para gestão e planejamento de bacia hidrográfica. Obteve-se como resultado deste trabalho a validação do aplicativo gvSIG para a determinação de parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica de Vaca Brava. Para a gestão e planejamento integrado de uma Bacia Hidrográfica, a criação de um Sistema de Informações Geográficas, foi uma ferramenta eficiente e de fácil manipulação. A utilização de imagens no SIG possibilitou uma melhor visualização tornando mais fácil a atualização das informações. A abrangência do uso de agrotóxicos e sua influencia na água captada pela bacia hidrográfica foi de 79,5% do total dos produtores entrevistados. O acumulo de lixo foi de 70,59% do total dos entrevistados que esperam que o volume a ser queimado aumente e com a ocorrência de chuvas é acrescida do chorume levado pelos lençóis freáticos ao leito principal da bacia.

Palavras-chave: água, planejamento, sistema de informação geográfica.

INTRODUÇÃO

Os recursos naturais estão em constantes mudanças em resposta à evolução natural e as atividades humanas. A preocupação com a ambiência e seu planejamento para o uso racional dos recursos não é um assunto novo, no entanto, esta mesma preocupação cresce na progressão em que os problemas se intensificam.

Para Batistella & Moran (2008), os impactos indesejáveis da dominação humana dos recursos naturais, associados a um modelo de desenvolvimento incompatível com a ética ecológica, têm se tornado cada vez mais visível. Em tempos de mudanças globais é evidente a necessidade de medidas eficazes de mitigação desses impactos e de adaptação às novas condições ambientais.

As bacias hidrográficas constituem unidades ambientais de fundamental importância para estudos interdisciplinares, visando o seu manejo sustentável. A gestão eficiente desta unidade é um fator básico e fundamental para o planejamento e uso racional de seus recursos naturais, principalmente o manejo eficaz da água que é um recurso de vital importância para os seres vivos. A administração desse recurso garantirá a preservação e conservação ambiental e consequentemente o desenvolvimento sustentável de uma bacia hidrográfica, criando meios mais eficazes para a tomada de decisão dos gestores.

A ferramenta tecnológica que mais cresce na gestão ambiental está ligada ao geoprocessamento, com a utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e manejo de imagens de satélite. Tendo em vista a importância da informação espacializada, os programas de SIG estão cada vez ganhando espaço, principalmente quando se trata de ambientes com código de fonte livre disponíveis na internet, e para o usuário final oferece uma maneira fácil e rápida para a tomada de decisão.

O gvSIG é um software livre de fonte aberta desenvolvido pela Conselleria d'Infraestructures i Transports (CIT) da Comunidade de Valência, com o apoio da União Europeia, e permite informação matricial e vetorial.

[1] Doutoranda em Agronomia, UFPB, Areia, PB. E-mail: talita_filgueira@hotmail.com
[2] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: paulomegna@ig.com.br
[3] Prof. Dr. Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Areia, PB. E-mail: costafi@cca.ufpb.br

Podendo ser utilizada em ambiente Windows, Linux e Mac OS X. Possui suporte a três tipos de documentos, view, table e map, sendo estes agrupados no gerenciador de projetos.

O objetivo desta pesquisa é gerar e validar um Sistema de Informações Geográficas para a gestão e planejamento de Bacia Hidrográfica.

MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica de Vaca Brava encontra-se inserida nos municípios de Areia e Remígio, situados no Brejo Paraibano, entre os paralelos 6°30' e 7° de latitude entre os meridianos 35°30' e 36° de longitude (Figura 1) com uma área total de 1.403,7460 ha (Santos et al., 2002).

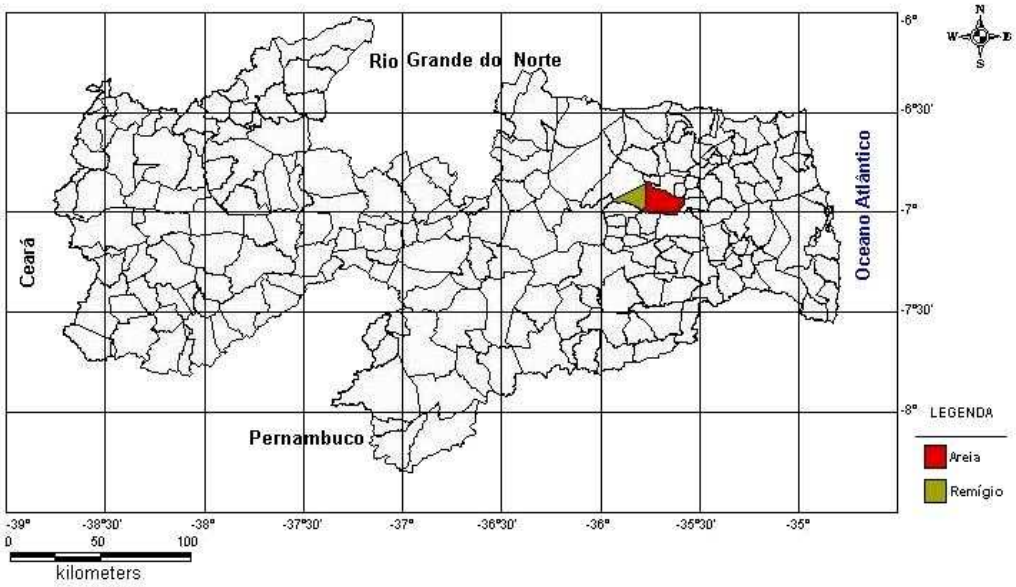
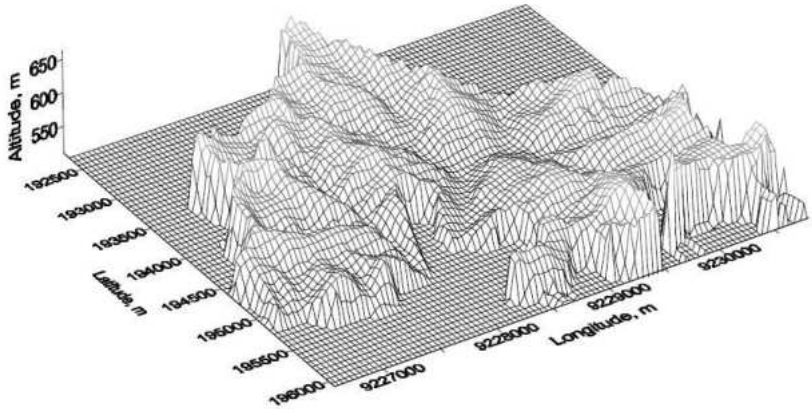


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

Foi utilizada como base cartográfica disponibilizada pelo IBGE no projeto a Malha Municipal Digital do Brasil (2001) e mapas municipais e de drenagem principal. Foi utilizado um GPS de navegação e um receptor Garmim eTrex Summit, bem como, mapas de solo e cartas topográficas do IBGE. O processamento dos pontos ocorreu no software Track Maker Professional. O ponto coletado foi manipulado de modo a possibilitar a interação com o software de SIG utilizado bem como imagem de satélite no Google Earth da área de estudo.



Fonte: Santos et al, (2004)

Figura 2. Representação tridimensional da Bacia de Vaca Brava

Os dados desta pesquisa foram coletados em três etapas distintas: a coleta de dados geográficos em campo, a identificação da base cartográfica utilizada e a coleta dos dados alfanuméricos a partir de entrevistas com moradores das comunidades através de questionários pré-existentes do ano de 2001 (Brasil Neto, 2001) com os agricultores que residissem na propriedade, que trabalhassem na terra em questão e que estivesse localizado em alguma das comunidades da bacia.

O banco de dados foi realizado com informações consideradas relevantes ao monitoramento das atividades desenvolvidas na bacia, permitindo, desta forma, a realização de consultas espaciais de diversos níveis de dificuldade que possibilitam a disponibilização de informações para o processo de tomada de decisões ligadas a gestão ambiental e às condições de manejo da mesma. Um fator importante para a análise da bacia hidrográfica é a qualidade da água para consumo humano e animal ou para irrigação na agricultura, como também a questão do uso de fertilizantes orgânicos e o descarte de lixo pelos produtores.

O software gvSIG foi escolhido a partir da análise das funcionalidades oferecidas observadas em aplicações específicas. Inicialmente os dados alfanuméricos coletados em campo foram digitados em planilha Excel e salvos na extensão Banco de dados (*.dbf4), e os mapas municipais no formato shapefile (*.shp). Os pontos coletados no receptor GPS foram processados no Track Maker Professional e salvos no formato shapefile (*.shp). Na view criada neste trabalho foram introduzidos os shapes dos pontos e mapas dos municípios de Areia e Remígio, e escolhido o Datum SAD/69, zona -24 e hemisfério sul.

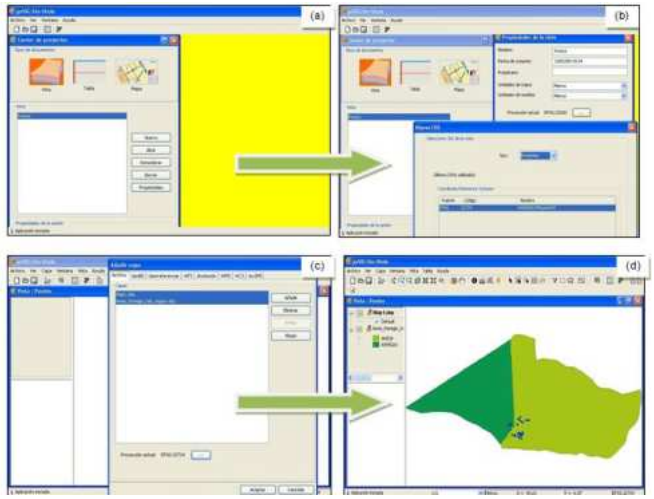


Figura 3. Processo de criação da view

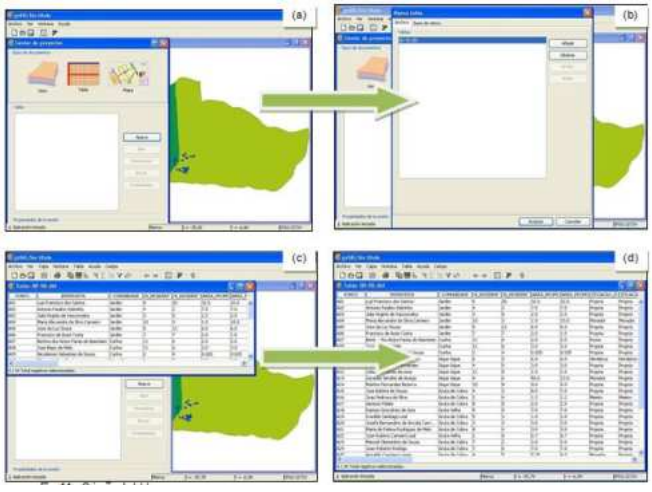


Figura 4. Processo de criação do table

Com a tabela e os mapas configurados no gvSIG foi realizado o cruzamento dessas duas feições. No banco de dados selecionou o menu tabela, em seguida uniu-se o mapa de pontos. Ao término desta execução o banco de dados pôde ser consultado através do ícone de informação ou da consulta no filtro.

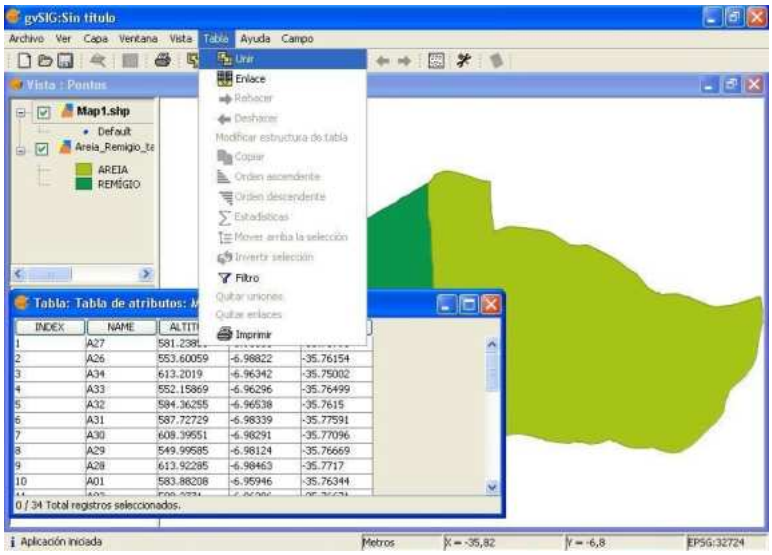


Figura 5. Processo de join

As consultas no programa de gvSIG são feitas no ambiente de filtro, facilitando ao gestor a visualização rápida do dado e a manipulação de mais de um tipo de informação.

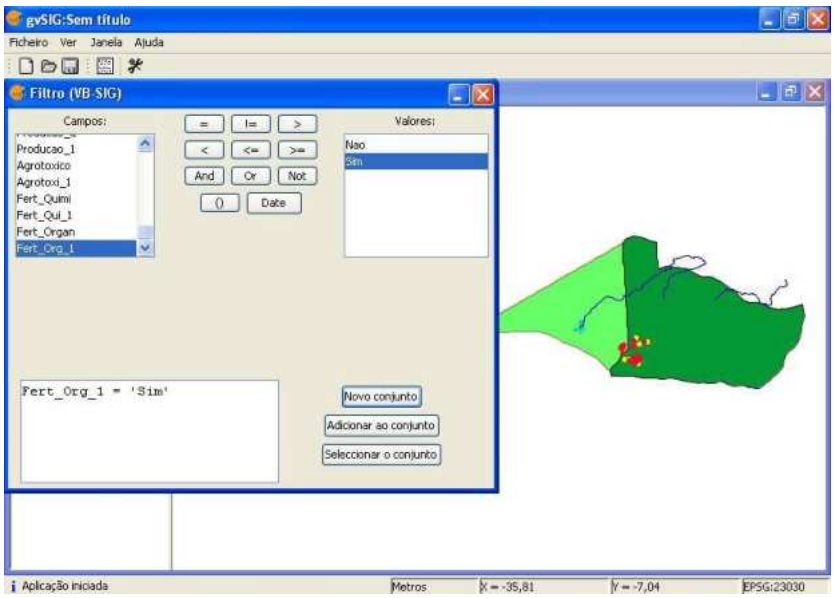


Figura 6. Forma de filtragem de consulta de dados

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se como resultado um aplicativo SIG validado para a determinação de parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica de Vaca Brava. A partir dos materiais e métodos aplicados, pôde-se chegar a resultados que demonstraram de maneira clara e objetiva a importância de uma aplicação SIG para apoiar a gestão de projetos ambientais.

Criação de mapas temáticos

A criação de mapas temáticos é um item importante e independentemente do tipo de gestão, possibilita observar as informações de forma espacializada. Questões como a utilização da água pela população, o descarte do lixo, uso de agrotóxicos e/ou fertilizantes químicos, são exemplos de como a atividade humana interfere no meio, em especial ao solo e a água da região. Contudo, a análise espacializada de dados, trás ao tomador de decisão uma representação mais simples da realidade, diferentemente do que apresenta planilhas de dados comuns.

A Figura 7 apresenta a forma de uso de agrotóxicos pelos moradores da bacia em estudo. Com a criação do mapa temático observa-se a abrangência do uso e sua influencia na água captada pela bacia hidrográfica, chegando a 79,5% do total dos entrevistados.

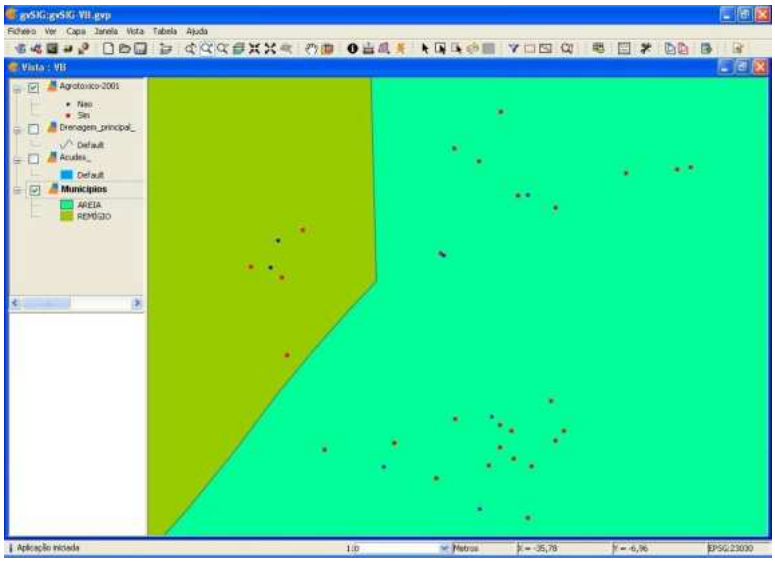


Figura 7. Geração de mapa de uso de agrotóxicos no gvSIG

O mapa de descarte de lixo (Figura 8) apresenta a forma de descarte do lixo pelos moradores da bacia. Com a criação do mapa temático observa-se a abrangência da queima de lixo como forma de descarte, chegando a

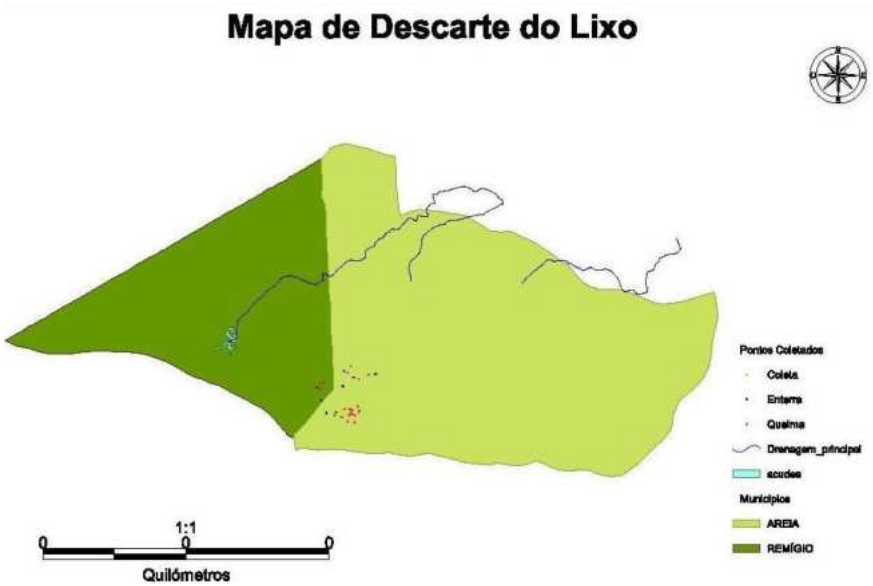


Figura 8. Mapa de descarte de Lixo

70,59% do total dos entrevistados. O grande risco ambiental está no fato que, estes moradores antes de queimar, esperam que o volume a ser descartado aumente, e com as chuvas ocorridas na região, esta água é acrescida do chorume que é levada pelos lençóis freáticos ao leito principal da bacia.

Trazendo a mesma problemática 26,47% dos moradores apenas enterram, o que torna o risco de poluição inevitável. E apenas 2,94% descarta através da coleta municipal.

Utilização de Imagens de Satélite

A utilização de imagens neste SIG possibilitou a visualização da realidade, ficando mais fácil de atualizar informações da área e pode-se observar que ainda há muito a ser feito dentro do conceito de planejamento ambiental, e a criação, manuseio e os produtos deste SIG, são alicerce para colaborar com a preservação dos recursos naturais e orientar as atividades.

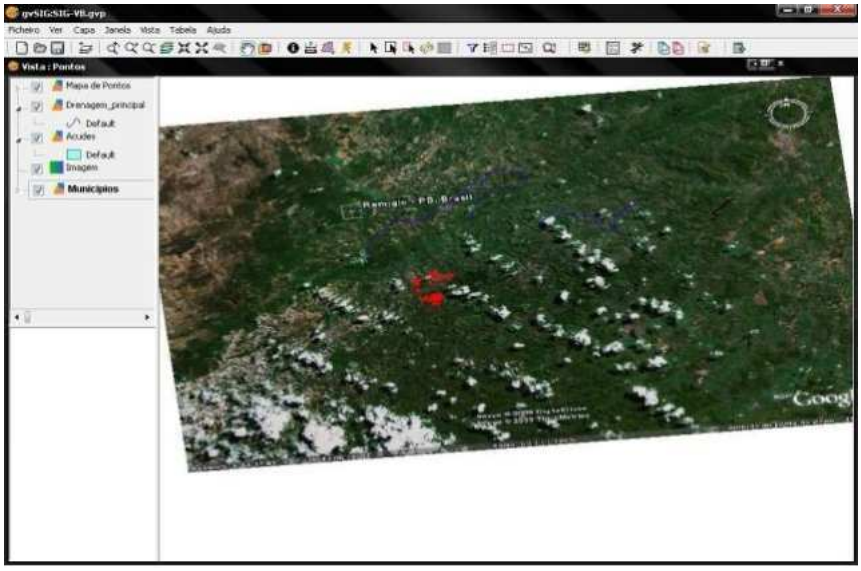


Figura 9. Imagem de satélite no gvSIG

CONCLUSÃO

Obteve-se como resultado deste trabalho a validação do aplicativo gvSIG para a determinação de parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica de Vaca Brava.

Para a gestão e planejamento integrado de uma Bacia Hidrográfica, a criação de um Sistema de Informações Geográficas, é uma ferramenta eficiente e de fácil manipulação.

A utilização de imagens no SIG possibilitou uma melhor visualização tornando mais fácil a atualização das informações.

A abrangência do uso de agrotóxicos e sua influencia na água captada pela bacia hidrográfica em 79,5% do total dos produtores entrevistados.

O acumulo de lixo em 70,59% do total dos entrevistados, que esperam que o volume a ser queimado aumente, e com a ocorrência de chuvas é acrescida do chorume levado pelos lençóis freáticos ao leito principal da bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Batistella, M; Moran, E. F. Geoinformação e monitoramento ambiental na América Latina. Editora SENAC. São Paulo, 2008.

Brasil Neto, F. T. Potencial produtivo e degradação das terras das sub-bacias hidrográficas Jardim e Olho D'agua (Projeto Vaca Brava), Areia-PB. 53f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) Universidade Federal da Paraíba, CCA, Areia-PB. 2001.

Santos, A. C. dos; Candeias, A. L. B.; Salcedo, I. H. Tematização do Relevo da Microbacia Hidrográfica de Vaca Brava, PB. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. UFSC, Florianópolis, 2002.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

COMPARAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO NORMAL CLIMATOLÓGICO ENTRE 1911 E 2009 EM RELAÇÃO A 2010 EM PICUÍ - PB

Raimundo Mainar de Medeiros[1], Paulo Roberto Megna Francisco[2], Manoel Francisco Gomes Filho[3], Lucílio José dos Santos Vieira[4], Maria Marle Bandeira[5] & Ricardo Correia Cunha Lima[6]

Resumo: O objetivo deste trabalho foi comparar o balanço hídrico do ano de 2010 com o do período entre 1911 a 2009 do município de Picuí - PB, subsidiando o conhecimento sobre o comportamento hidroclimatológico do município visando a demanda hídrica na produção de agrícola e urbana, contribuindo ainda para o auxilio futuros dos planejamentos rural, urbano e ambiental. Para tal finalidade utilizou-se dados históricos de precipitação de noventa e oito anos de observações coletado pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste e Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. As temperaturas foram estimadas pelos métodos da reta de regressões múltiplas levando em consideração as coordenadas geográficas. Verificou-se que não ocorreram excedentes hídricos nos anos estudados, os valores das deficiências foram mais significativas nos anos de 1911-2009; as evapotranspirações potenciais e as evaporações reais foram mais elevadas no ano de 2010; ocorreu um acréscimo na precipitação de 3,5mm para o ano de 2010.

Palavras-chave: deficiência, reposição, chuva, temperatura.

INTRODUÇÃO

Uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo é através do balanço hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955).

O balanço hídrico consiste em contabilizar a disponibilidade hídrica do solo computando os fluxos positivos e negativos que decorrem de trocas com a atmosfera (precipitação, condensação, evaporação e transpiração) e do próprio movimento superficial e subterrâneo da água (Varejão Silva, 2005). Sendo possível estimar a evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF) ou o excedente hídrico (EXC), como também o armazenamento de água no solo (ARM), elaborados conforme escala diária até mensal (Camargo, 1971; Pereira et al., 1997).

Segundo Bertoni (1990), o clima tem forte influencia sobre o processo de desertificação, pois a intensa degradação é consequência dos processos de erosão hídrica, pela ação das águas sobre solos extremamente friáveis, pois na época chuvosa o processo se agrava devido à ação erosiva dos índices pluviométricos. Pois quanto maior a intensidade da chuva maior a perda pela erosão, pois a ação erosiva depende do volume, da velocidade da chuva e da declividade do terreno e a capacidade de absorção do solo.

De acordo com Carneiro (2003), uma espécie animal e/ou planta no século XVI era extinta a cada dez anos, no novo século XXI é fácil encontrar o desaparecimento de animais e vegetais por dia ou em processo de declínio, devido ao acelerado desmatamento, queimadas, poluição do solo, dentre outros fatores.

Medeiros et al (2011) demonstrou o comportamento dos elementos meteorológicos da região de Gilbués, como: temperaturas (máximas; mínimas; média; temperatura do ponto de orvalho e amplitude térmica); umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, pressão atmosférica, radiação solar, precipitação pluvial; para o período horário em UTC de 16 de maio de 2009 a novembro de 2010. Através desses elementos pode-se elaborar um modelo preditivo da área em relação aos elementos meteorológicos possibilitando o desenvolvimento

[1] Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: mainairmedeiros@gmail.com
[2] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: paulomegna@ig.com.br
[3] Professor Dr., UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: mano@dca.ufcg.edu.br
[4] Engenheiro Civil – AESA, UFCG. E-mail: lucilio@aesa.pb.gov.br
[5] Meteorologista AESA, Campina Grande, PB. E-mail: lucilio@aesa.pb.gov.br; marle@aesa.pb.gov.br
[6] Tecnologista, INSA, Campina Grande, PB. E-mail: rdcclima@insa.gov.br

de programas de sustentabilidade para a região de Gilbués, principalmente nas áreas críticas à desertificação e a seca.

A análise das variáveis meteorológicas analisadas podem ser fatores contribuintes para o processo de degradação ambiental. Considerando que em anos consecutivos os extremos vistos ocorram de forma sistemática, podemos ter fatores que somados induziriam a degradação e desertificação do solo causando problemas diretamente relacionados à flora e a fauna do local em estudo. (Medeiros, 2011).

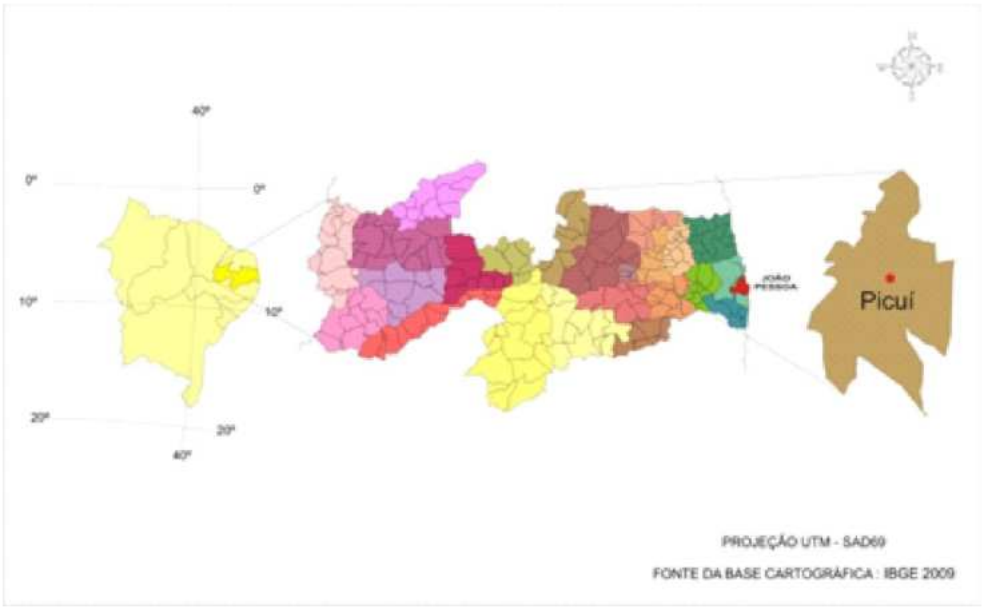
Atualmente, os ecossistemas estão cada vez mais impactados, gerando uma crise ambiental intensa. Neste sentido, é possível citar uma série de consequências na natureza e no ambiente como um todo, devido ao alto índice de exploração humana, haja vista que o desequilíbrio da fauna e flora acarrete a tantas outras situações alarmantes, que refletem no cotidiano da humanidade.

O balanço hídrico em regiões semiáridas é de grande importância, evidenciando a sustentabilidade da região, o planejamento e reestruturação dos solos, da implantação de espécies nativas da região, introdução de espécies silvestres e finalmente o planejamento e manejo das culturas. Sabemos que naturalmente o ambiente degradado demoraria muito tempo para se recuperar, a intervenção humana é condição indispensável para essa estruturação. É importante conhecer a distribuição de chuvas em uma região, pois o balanço hídrico do ponto de vista agronômico oferece um planejamento agrícola racional.

Sabendo-se da relevância de se verificar o comportamento sazonal dos períodos de deficiência, excedente, retirada e reposição, esse trabalho foi desenvolvido para o município de Picuí - PB, com o objetivo de comparar o balanço hídrico do ano de 2010 com o balanço hídrico climatológico do período de 1911 a 2009.

MATERIAL E MÉTODO

Conforme Francisco et al. (2011) a área de estudo encontra-se localizada no município de Picuí no Estado da Paraíba e apresenta uma área de 66.646,68 ha. Encontra-se inserido na Bacia Hidrográfica do Seridó e seu posicionamento encontra-se entre os paralelos $6^{0}28'$ e $6^{0}69'$ de latitude sul e entre os meridianos de $36^{0}21'$ e $36^{0}46'$ de longitude oeste. Está inserido na mesorregião da Borborema e na microrregião do Seridó Oriental, limitando-se com os municípios de Frei Martinho, Nova Floresta, Cuité, Baraúna e Nova Palmeira com uma altitude média em relação ao nível do mar de 386 metros, conforme podemos observar na Figura 1.



Fonte: Francisco et al. (2011)

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

De acordo com a classificação de Köppen o clima da área de estudo é considerado do tipo Bsh - Semiárido quente, seco com oscilação de temperatura média mensal entre 21,8ºC a 24,7ºC e sua temperatura anual por volta dos 23,5ºC. A precipitação predominantemente é abaixo de 600 mm.ano^{-1} e nesta região as chuvas da região sofrem influência das massas Atlânticas de sudeste e do norte (Francisco et al, 2011).

Para a realização deste trabalho foi utilizado o método de Thornthwaite e Mather (1955), que demanda de informações de precipitação e temperatura para a realização dos cálculos do balanço hídrico do município. Os dados de precipitações climatológicas médias mensais e anuais foram adquiridos do banco de dados da SUDENE e AESA-PB, para o período de 1911 a 2010. Os valores mensais e anuais de temperatura do ar foram estimados pelo método das retas de regressões utilizando-se do software T-Estima desenvolvido pelo núcleo de meteorologia aplicada da Universidade Federal de Campina Grande, que está disponibilizado no site: www.dca.ufcg.edu.br.

Os dados climatológicos médios mensais foram agrupados em 98 anos, caracterizando um período de normal climatológica, onde, empregou-se do software Excel, para extrair os valores das médias mensais e anuais de temperatura e precipitação. Foram calculadas as médias mensais dos referidos parâmetros de interesse para o ano de 2010.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observamos o balanço hídrico mensal do período dos anos de 1911 a 2009 e do ano de 2010 onde se verifica a ocorrência de excedente hídrico em todos nos meses dos períodos estudados. Comparando-se os índices de deficiências pode observar que nos meses de janeiro e junho de 2010 foram nulos, e que os demais meses ocorreram deficiências significativas quando comparadas às series estudadas, e as mesmas variabilidade podem ser observadas para os índices de evapotranspiração potencial.

Podemos observar que as variações nos índices foram mais significativas no índice de aridez e no índice hídrico.

As deficiências ocorreram entre os meses de fevereiro a maio com variação de 46,0 a 78,1mm e com continuidade nos meses de julho a dezembro com uma variação de oscilação de 62,1 a 112,9 mm. Comparando-

Tabela 1. Representações dos valores das deficiências, excedentes hídricos dos períodos de 1911-2009 e de 2010

Anos	1911-2009			2010		
Parâmetros/Meses	DEF	EXC	ETP	DEF	EXC	ETP
Janeiro	82,7	0,0	114,7	0,0	0,0	123,7
Fevereiro	55,0	0,0	105,9	50,4	0,0	113,6
Março	8,2	0,0	112,8	78,1	0,0	122,0
Abril	21,7	0,0	102,6	46,0	0,0	111,1
Maio	57,5	0,0	96,0	47,3	0,0	101,7
Junho	60,2	0,0	81,1	0,0	0,0	84,6
Julho	66,9	0,0	78,0	62,1	0,0	79,1
Agosto	75,4	0,0	80,7	76,2	0,0	80,1
Setembro	85,1	0,0	87,6	84,6	0,0	86,5
Outubro	100,2	0,0	102,8	99,5	0,0	100,4
Novembro	100,3	0,0	108,0	105,1	0,0	105,4
Dezembro	107,7	0,0	116,9	112,9	0,0	113,1

Tabela 2. Representações dos Índices hídricos, aridez e de umidade para as series estudada

Índices	Anos	
	1911-2009	2010
Umidade	0,11	0,10
Aridez	0,69	0,62
Hídrico	-0,42	-0,37

se os valores dos balanços tem-se temperatura média de 23,5ºC para o período de 1911 a 2009, para o ano de 2010 ocorreu uma elevação na temperatura média de 0,3ºC a precipitação média anual do período de 1911 a 2009 foi de 362,6 mm, ao passo que para o ano de 2010 a precipitação de 459,0 mm, ocorreu uma elevação nos índices das precipitações em relação ao anos estudados de 21,75%.

Os modelos agrometeorológicos e a interpretação de dados climáticos relacionados com o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas fornecem informações que permitem ao setor agrícola tomar importantes decisões, tais como: melhor planejamento do uso do solo, adaptação de culturas, monitoramento e previsão de safras, controle de pragas e doenças estratégias de pesquisa e planejamento (Lazinski, 1993).

A ação predatória do homem sobre os ecossistemas a curto e médio prazo conduzem o ambiente a um processo de instabilidade irreversível, modificando todo o ciclo biológico, social e cultural de determinadas regiões afetando diretamente a geração presente e principalmente as futuras, é por isso que providências precisam ser tomadas a fim de que as gerações futuras possam ter os recursos necessários a uma vida socialmente justa.

CONCLUSÕES

Verifica-se que não ocorreram excedentes hídricos nos anos estudados, os valores das deficiências foram mais significativas nos anos de 1911-2009; as evapotranspirações potenciais e as evaporações reais foram mais elevadas no ano de 2010; ocorreu um acréscimo na precipitação de 3,5mm para o ano de 2010.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa de Ação Nacional de Combate a Desertificação. Brasil.[s.n.], 2004. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/srh/desertif/desert/html>. Acesso em:11/08/2011.

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. Conservação do solo. Livroceres. Piracicaba, 1990. 355p.

Camargo, A. P.; Pereira, A. R. Prescrição de rega por modelo climatológico. Fundação Cargill. Campinas, 1990. 27p.

Carneiro, R. Direito ambiental: uma abordagem econômica. Forense. Rio de Janeiro, 2003.

Costa, M. H. Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola. Engenharia na Agricultura, Caderno didático 19. 1994. 22 p.

Francisco, P. R. M.; Pereira, F. C.; Medeiros, R. M. de; Sá, T. F. F. de. Zoneamento de risco climático e aptidão de cultivo para o município de Picuí – PB. Revista Brasileira de Geografia Física, n. 4, v. 5, p.1043-1055, 2011.

Guerra, S. Crise ambiental na sociedade de risco. Revista Lex Humana, v.1, n.2, p. 177-215, 2009.

IBGE. Diretoria de geociências. Mapa de climas do Brasil. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias//default_prod.shtm#MAPAS>. Acesso em 18 de dezembro de 2010.

IBGE. Censo 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 20 de dezembro de 2010.

Lazinski, L. R. Variabilidade da utilização do modelo Soygro para a região de Londrina, PR. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". USP, Piracicaba, 1993.

Medeiros, R. M., Medeiros, A. M. T., Lima, R. C. C. Estudos dos elementos meteorológicos do Município de Gilbués. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, SESC, Guarapari, 2011.

Santos, A. R. Zoneamento agroclimatológico para a cultura do café conilon (*Coffea canephora L.*) e arábica (*Coffea arabica L.*) na Bacia do Rio Itapemirim, ES. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola). Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

Souto, J. J. Deserto, uma ameaça?. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria Geral, 1984. 169p.

Thornthwaite, C. W. An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Rev, v.38, p.55-94, 1948.

Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. The water balance. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.

Varejão-Silva, M. A. Meteorologia e climatologia. Recife, 2005.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

INDICAÇÃO DE ÁREAS FAVORÁVEIS A CAPTAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR IMAGENS LANDSAT

Francisco de Assis da Silveira Gonzaga[1], Marx Prestes Barbosa[2] & Paulo Roberto Megna Francisco[3]

Resumo: Este trabalho teve como objetivo o mapeamento de áreas potencialmente favoráveis à captação de águas subterrâneas para o município de Parari. Para a análise de fraturamento foi utilizada a banda 4 em papel fotográfico da imagem TM/Landsat-5 e fotografias aéreas que permitiram identificar as principais direções das estruturas lineares. Os dados obtidos das imagens e medidos nos afloramentos foram submetidos ao tratamento de análise estatística convencional, que permitiu o estudo regional dos eventos da tectônica rúptil. Obteve-se como resultado o mapa integrado que contempla os dados obtidos, como também o posicionamento das áreas com maior potencialidade à pesquisa de água subterrânea. As direções estruturais mais propícias à prospecção de água subterrânea foram NS±15º, EW±15º, NE±15º, N60E±15º e N60W±15º.

Palavras-chave: geologia, geoprocessamento, semiárido, captação de água.

INTRODUÇÃO

No Nordeste brasileiro a natureza e magnitude dos desastres causados pelas secas são resultados da combinação entre a ausência ou irregularidade das chuvas. Blaikie et al (1994), afirma que o impacto do desastre devido à seca só pode ser compreendido dentro de um contexto mais amplo da sociedade e de seus processos associados. Nesse contexto, as vulnerabilidades das pessoas frente às secas ou outras ameaças ambientais, estão intimamente relacionadas com as características dos membros das sociedades, em termos de sua capacidade para prever, enfrentar, resistir e se recuperar do impacto.

As mudanças climáticas, nos últimos anos, têm afetado de maneira direta a região dos Cariris Velhos Paraibano, colocando continuamente em risco a população. A população dessa região não convive satisfatoriamente com a instabilidade climática, tornando o flagelo da seca, um grande problema de política governamental, sem nenhuma ação concreta para minimizar seus efeitos, sobretudo no que se refere à captação de água para o consumo humano.

Dessa maneira há uma necessidade urgente de estudos integrados que possam definir as vulnerabilidades dos recursos hídricos, definindo os padrões de riscos a desastres dos efeitos da seca e as suas mitigações. Neste contexto é necessário desenvolver mecanismos que possibilitem o convívio com a seca, minimizando os seus efeitos e fixando o homem no campo. O objetivo deste trabalho é utilizar técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para identificar áreas favoráveis à captação de águas subterrâneas em Parari.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada nas coordenadas de 36^{0}40’13"e 7^{0}19’17", inserida na mesorregião da Borborema, microrregião do Cariri Ocidental, com uma área total de 128,48 km^2, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São José dos Cordeiros, Taperoá, Serra Branca, Gurjão e Santo André (Figura 1) com uma população de 1.418 habitantes, distribuídos na zona urbana com 344 e na rural com 1.114 habitantes (Aesa, 2011).

[1] Professor, IFPB, Campina Grande. Email: franciscoagonzaga@hotmail.com
[2] Professor, UFCG, Campina Grande. Email: marx@deag.ufcg.edu.br
[3] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande. Email: paulomegna@ig.com.br

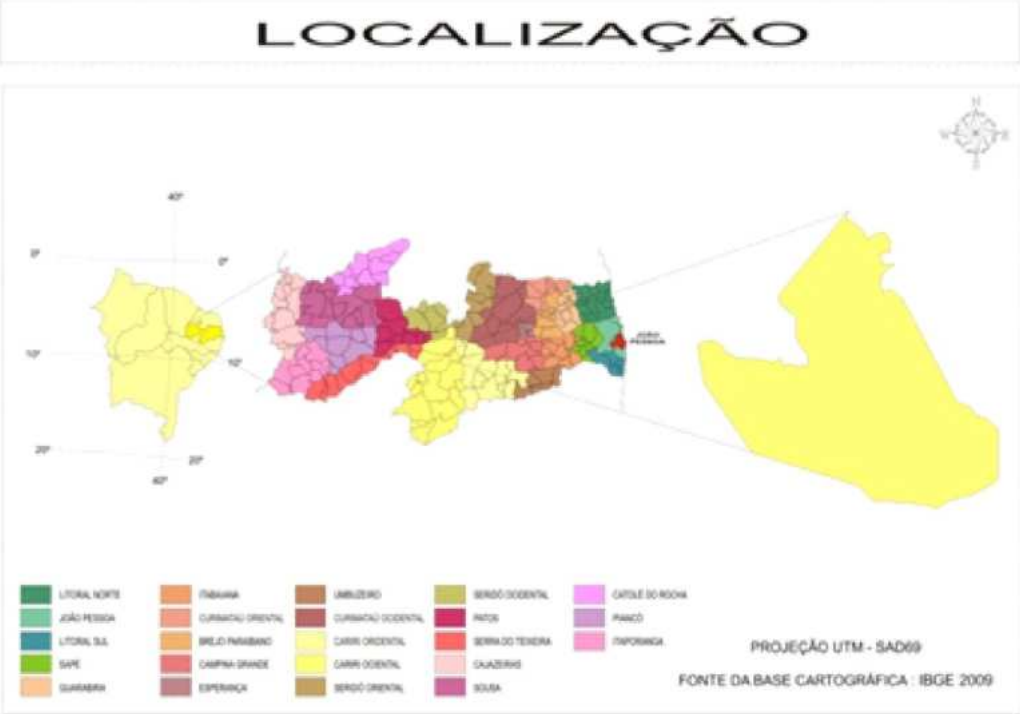


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

De acordo com a classificação de Köppen o clima da área de estudo é considerado do tipo Bsh - Semiárido quente, seco com oscilação de temperatura média mensal entre 21,8ºC a 24,7ºC e sua temperatura anual por volta dos 23,5ºC. A precipitação predominantemente é abaixo de 600 mm.ano^{-1} e nesta região as chuvas da região sofrem influência das massas Atlânticas de sudeste e do norte (Francisco et al, 2011) e uma estação seca variando de 7 a 8 meses que pode atingir até 11 meses e a evaporação média está em torno dos 2300 mm. A região apresenta uma deficiência hídrica anual de 1.800 mm. As altas taxas termométricas e evaporimétricas devem-se à proximidade da região com a linha do equador. (Paraíba, 1980; PDRH-PB, 1996).A umidade relativa do ar alcança uma média mensal de 60 a 75%, observando-se que os valores máximos ocorrem, geralmente, no mês de junho e os mínimos no mês de dezembro (PDRH-PB, 1996).

A área de estudo está inserida na sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá, cuja dimensão drena uma superfície de 5.667,49 km^2. Seu principal componente é o Rio Taperoá, de regime intermitente, que nasce na Serra do Teixeira e encontra-se com o rio Paraíba, para juntos contribuírem com o manancial do açude Presidente Epitácio Pessoa (Boqueirão). A sub-bacia do Rio Taperoá apresenta no município uma drenagem de forma abanica, com seus afluentes mais expressivos orientados pelo relevo e com fluxo pendendo para a direção leste.

A área de estudo encontra-se predominantemente assentado sobre rochas cristalinas submetidas a eventos tectônicos extensionais e tracionais, imprimindo-lhe dobramentos, cisalhamentos, falhas e fraturas, e uma foliação proeminente à rocha. As coberturas aluviais ocorrem preenchendo parcialmente os talvegues, a parte interna dos meandros, nas estruturas anastomosadas e nas planícies de inundações dos rios e riachos, constituindo-se de material predominantemente arenoso á conglomerático com lentes argilo-arenosas intercaladas.

Conforme Paraíba (2006) na área de estudo ocorre essencialmente quatro litótipos distintos: os Metagranitóides Riacho do Forno, o Migmatitos Serra de Jabitacá, o Complexo São Caetano e a Suíte granítica calciacalina Itaporanga.

Para a realização deste trabalho foi criado um banco de dados no programa SPRING na projeção UTM/ SA69 e foram utilizadas as bandas 1, 2, 3 e 5 do Landsat-5 TM do ano de 2001 e da banda 4 em papel

fotográfico de 14 de março de 1990 e de 14 de outubro de 1998. Para a extração da base planimétrica da área de estudo e complementação da rede de drenagem foi utilizada a folha topográfica da Sudene (1972)SB24-Z-D-II/Juazeirinho, na escala 1:100.000. Como suporte foi utilizado o mapa geológico de Santos et al (2002).

A metodologia utilizada na análise das informações compreende uma sequência sistemática de interpretação visual de dados contidos nas imagens e fotografias aéreas associadas à coleta de dados de campo realizada por caminhamento e obtenção dos pontos de interesse por GPS. O roteiro do trabalho de campo foi definido a partir do mapa de feixes de fraturas e os pontos visitados no campo correspondente às áreas de maior concentração de fraturas. Dessa maneira, ao nível de afloramento foram feitos os estudos de feições indicativas de movimentação e/ou esforço na formação de falhas ou fraturas; a observação de diques ou veios preenchendo fraturas em uma determinada direção; a relação entre fraturamento, que permite a definição da idade relativa dos eventos tectônicos e dos esforços; a definição da intensidade de fraturamento em direções preferenciais de rupturas e esforços; e a determinação macroscópica dos tipos de rochas em amostras de mão.

Os critérios de fotointerpretação utilizados baseiam-se no trabalho de Soares & Fiori (1976), este processo baseia-se em uma sequência de etapas lógicas e sistemáticas dos elementos de textura e da estrutura fotográfica e das tonalidades de cinzas, a fim de definir as Zonas Homólogas; e o procedimento dedutivo e indutivo para estabelecer o significado geológico das zonas homólogas (Veneziani & Anjos, 1982).

Na análise de fraturamento a extração dos dados estruturais (juntas e falhas) são analisados os elementos texturais (lineações e alinhamentos de relevo e drenagem) segundo as definições de Soares et al (1982) e Northfleet et al (1971). Os dados de fraturamento foram estudados através da delimitação dos feixes de fraturas e das análises qualitativas e quantitativas. Na análise dos feixes de fraturas são determinadas direções preferenciais levando-se em conta que os principais alinhamentos e zonas fortemente estruturadas podem indicar tectonismo profundo mesmo em cinturões de "nappes" Plicka (1974). Na análise qualitativa baseada na análise da distribuição, intensidade e relação das interseções dos fotolineamentos, permite obter informações sobre a hierarquia dos esforços que atuaram na região, e consequentemente obter indicação sobre a relação entre os diversos eventos, que resultaram nos atuais sistemas de fraturas (Barbosa, 1988).

Na análise quantitativa dos dados foi processada a partir do tratamento estatístico de fotolineamentos para produtos de pequena escala, proposto por Aliyev (l980), que permite o estudo regional dos eventos da tectônica rúptil e rúptil-dúctil. Para a análise dos falhamentos foram aplicados os modelos de Riedel (1929) para zonas de cisalhamento, apresentado por Vialon et al (1976) e modificado por Sadowsqi (1983).

Na análise da assimetria dos elementos de drenagem e relevo foi elaborado o mapa de linhas de tendência de fluxo de água subterrânea, que fornece condições para serem feitas inferências sobre o mergulho ou sentido de mergulho de estruturas geológicas que podem indicar a inclinação de estratos ou basculamento de blocos estruturais onde podem ocorrer condições favoráveis à percolação das águas subterrâneas.

Com base nos dados extraídos das imagens e fotografias aéreas, relacionados à convergência de evidências foi proposta uma ordem de prioridade para as áreas mais favoráveis à pesquisa de água subterrânea. A metodologia considera 28 situações de formas de ocorrências de feições estruturais, diferenciadas em 3 grupos principais com distintos potenciais de infiltração de água. Na Tabela 1, elaborada por Sampaio (1987) e modificada por Guedes (1993), de forma esquemática reúne todas as situações possíveis de formas de ocorrência de estruturas e suas combinações, segundo ordem de prioridade. A sequência em que estes caracteres são citados representa a ordem de influência de cada um deles na discriminação das áreas favoráveis à pesquisa de água subterrânea.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo da distribuição espacial dos feixes de fraturas e das falhas mostrou a existência de regionalização e permitiu a definição de 8 direções preferenciais de esforços que podem indicar relações genéticas e idade relativa dos eventos evolutivos da região (Figura 2): NE±15° e NW ±15° – caracterizam-se estas direções

Tabela 1. Estruturas e combinações segundo ordem de prioridade

Elementos estruturais		Cruzamentos				III	Estruturas individuais
		I	Sistemas conjugados	II	Sistemas		
A	Abertos (A)	1	Feixe(s) x Feixe(s)	1	Feixe(s) x feixe(s)	1	Feixes
		2	Feixe(s) x Lineamento(s)	2	Feixe(s) x lineamento(s)		
				3	Lineamento(s) x lineamento(s)		
				4	Feixe(s) x descontinuidade	2	Lineamentos
				5	Lineamento(s) x descontinuidade		
B	Híbridos (H)	1	Feixe(s)(a) x Lineamento(s)(f)	1	Feixe(s) (a) x lineamento(s) (f)		
		2	Feixe(s)(f) x Lineamento(s)(a)	2	Feixe(s) (a)x feixe(s) (f)		
		3	Feixe(s)(a) x feixe(s)(f)	3	Lineamento(s) (a) x lineamento(s)(f)		
		4	Lineamento(s)(a) x lineamento(s)(f)	4	Feixe(s) (f) x lineamento(s) (a)		
C	Fechados (F)	1	Lineamento(s) x lineamento(s)	1	Lineamento(s) x lineamento(s)	1	Feixes
		2	Feixe(s) x lineamento(s)	2	Feixe(s) x lineamento(s)		
				3	Feixe(s) x feixe(s)		
		3	Feixe(s) x feixe(s)	4	Feixe(s) x descontinuidade	2	Lineamentos
				5	Lineamento (s) x descontinuidade		

Fonte: Sampaio (1987); Guedes (1993)

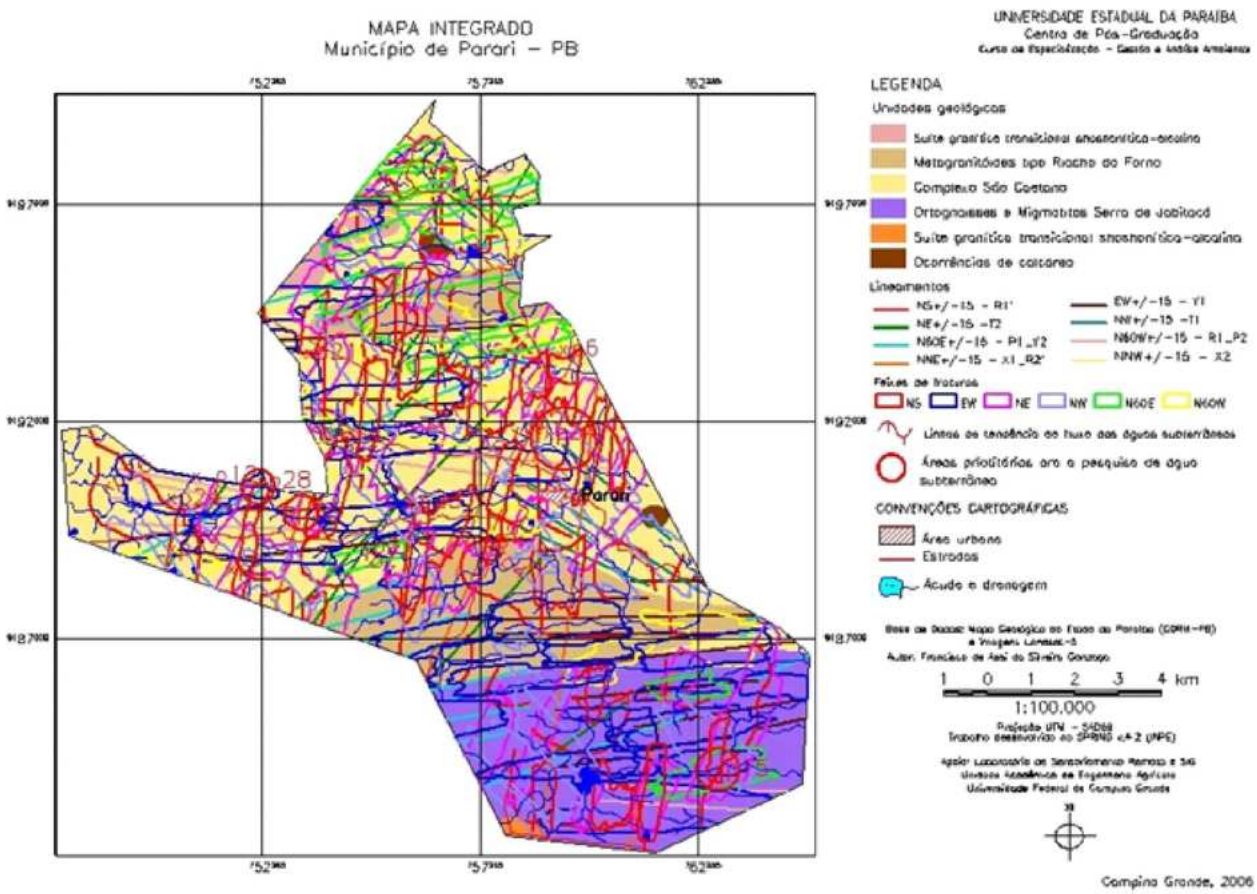


Figura 2. Mapa integrado da área de estudo

como falhas normais (abertas); NNW±15° e NNE±15º – caracterizam-se estas direções como falhas inversa, transcorrente e gravitacional (fechadas); NS±15°, EW±15°, N60W±15° e N60E±15º – caracterizam-se estas direções como falhas transcorrente e gravitacional (abertas). Não foram encontrados feixes de fraturas relacionados às direções NNW±15° e NNE±15°.

Pode-se constatar que os sistemas hídricos superficiais do município estão representados por alguns poucos açudes e pela drenagem, com a qual está relacionada à associação dos solos aluviais.

Para a locação de poços no interior das áreas selecionadas como prioritárias à pesquisa de água subterrânea, com maior grau de confiabilidade, recomenda-se a utilização prévia de estudos hidrogeológicos convencionais subsidiados por estudo geofísico.

Como efeito de ação mitigadora dos efeitos da seca, recomenda-se preferencialmente a perfuração de poços sobre as estruturas tectônicas abertas, concordantes com a tendência regional do fluxo das águas subterrâneas.

Para os casos em que as vazões dos poços sejam consideradas altas, porém, com alto teor de STD na água, tornando-a imprópria para o consumo humano, recomenda-se à instalação de dessalinizadores com assistência técnica continuada.

CONCLUSÕES

As direções mais propícias à pesquisa detalhada para águas subterrâneas são em ordem de prioridade as seguintes: NE e NW; NS, EW, N60E e N60W, consideradas direções com as quais se relacionam as estruturas abertas e NNE e NNW direções consideradas das estruturas fechadas, por serem relacionadas às falhas inversas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aesa. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: http://geo.aesa.pb.gov.br/ . Acesso em 20/11/2011.

Aliyev, A. Regional fracturing of the pamirs and its metallogenic significance. Dohlady Akademiy Nauk, SSSR. Moscou, v. 250, p.90-93, 1980.

Barbosa, M. P. Estudo do relacionamento genético de feições geológicas da região do Espinhaço Meridional e adjacências (MG). 1988. Tese (Doutorado). São Paulo: USP, 1988.

Blaikie, P. et al. At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters. London, Routeledge, 1994.

Francisco, P. R. M.; Pereira, F. C.; Medeiros, R. M. de; Sá, T. F. F. de. Zoneamento de risco climático e aptidão de cultivo para o município de Picuí – PB. Revista Brasileira de Geografia Física, n. 4, v. 5, p.1043-1055, 2011.

Guedes, F. X. Aplicação de dados de sensores remotos de baixa resolução espacial na pesquisa de água subterrânea: Bacia do Rio do Peixe e adjacências (PB, CE e RN). 1993. 111p. Dissertação (Mestrado). UFPB, Campina Grande, 1993.

Northfleet, A. A.; Bettini, C.; Chaves, H. A. F. Aplicação da geomatemática à prospecção de petróleo; análise de fraturas por polinômios ortogonais. Congresso Brasileiro de Geologia, 25, São Paulo, 1971. Anais. Sociedade Brasileira de Geologia, v.3. p.61-70, 1971.

Paraíba. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.

PDRH-PB. Plano Diretor de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. João Pessoa/PB: SEMARH/ Governo do Estado da Paraíba. 1996 (Cd-rom).

Plicka, M. Observations ou joint zonesin Maravia Czechoslovakia. In: Proceedings of The First International Conference on The New Basement Tectonics. Utah: Utah Publ., v.5, p.279-289, 1974.

Riedel, W. Zur mechanik geologischer Brucher. Scheinunger Central B1. Min. Geol. und Pal., v.8: 354-368, 1929.

Sadowski, G. R. Sobre a geologia de cinturões de cisalhamento continentais. 1983. 108p. Tese (Doutorado). USP, São Paulo, 1983.

Sampaio, O. S. Estudo de fraturamento como subsídio à pesquisa de água subterrânea no Estado de Sergipe: uma abordagem através de dados de sensoriamento remoto. 1987. Dissertação (Mestrado). INPE, São José dos Campos, 1987.

Santos, E. J. dos.; Ferreira, C. A.; Silva Jr, J. M. F. Geologia dos recursos naturais do estado da Paraíba. Recife: CPRM, 2002. 142p. il. 2 mapas 1:500.000.

Soares, P. C., Barcellos, P. E., Csordas, S. M., Mattos,J. T., Balieiro, M. G.; Meneses, P. R. Lineamentos em imagens Landsat e radar e suas implicações no conhecimento tectônico da Bacia do Paraná. II Simpósiode Sensoriamento Remoto, CNPq-INPE, Brasília,1982.

Soares, P. C. & Fiori, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. Nat. Geomorf. n.16(32). Campinas, p.71-104, 1976.

Sudene. Folha Juazeirinho. (SB24ZDII). Folha topográfica. Escala 1:100.000.Recife, 1972.

Veneziani, P. & Anjos, C. E. dos. Metodologia de Interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicação em geologia. INPE, São Jose dos Campos, 1982. (2227-MD/014). 61p.

Vialon, P.; Ruhland, M. & Grolier, J. Éléments de tectonique analytique. Masson, Paris, 1976.118p.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

TRATAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA UTILIZANDO SEMENTES DE MORINGA

George Marques Melo[1], Lígia Sampaio Reis[2], Paulo de Barros Correia Filho[3], João Ribeiro[4] & Renato Américo de Araújo Neto[5]

Resumo: A utilização da Moringa ainda é viável somente em pequenas comunidades onde não há disponibilidade de água potável e em propriedades rurais. Apesar de estudos demonstrarem a eficiência do tratamento de água utilizando a planta, ela ainda é considerada uma tecnologia inferior, apropriada somente para países em desenvolvimento. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a eficiência das soluções coagulantes utilizando como matéria-prima a vagem, a casca e a semente da *Moringa oleifera* L. As vagens foram coletadas e debulhadas manualmente, separando vagem, casca e semente. As soluções foram feitas com as matérias-primas que foram maceradas utilizando pilão de louça até apresentarem a consistência de pó, após foram adicionados 150ml de água tratada para as 3 soluções coagulantes. De acordo com os resultados obtidos, percebe-se que os parâmetros químicos analisados não sofreram variações drásticas em relação ao tempo de reação das soluções coagulantes. Já a coloração da água foi alterada de acordo com o tratamento feito.

Palavras-chave: qualidade da água, condutividade elétrica, correção de pH.

INTRODUÇÃO

A moringa (*Moringa oleifera* Lam.) é uma espécie perene, da família Moringaceae, originária do nordeste indiano, amplamente distribuída na Índia, Egito, Filipinas, Ceilão, Tailândia, Malásia, Burma, Pasquitão, Singapura, Jamaica e Nigéria (Pio Côrrea, 1984). A Moringa é conhecida por muitos nomes de acordo com a região que é encontrada, como "baqueta" em razão da forma de suas vagens e 'rábano (rabanete) picante' descrevendo o gosto de suas raízes (Rangel, 2009).

Ela cresce em regiões desde as subtropicais secas e úmidas, até tropicais secas e florestas úmidas. É tolerante à seca, florescendo e produzindo frutos (Duke, 1978). De acordo com Foidl et al. (2001), a ação do coagulante presente na Moringa se deve às proteínas que são polieletrólitos catiônicos de alto peso molecular, que neutralizam as partículas contidas na água e coagulam os colóides de carga negativa. Estas proteínas são o composto encontrado em maior quantidade na semente da planta, em torno de 40% (Gallão *et al.*, 2006).

Em um estudo feito em Malawi, na África, foi constatado que enquanto o alumínio é um eficiente coagulante apenas em uma faixa restrita de pH, a Moringa se mostrou eficiente em uma faixa maior, o que é mais uma vantagem em países em desenvolvimento onde nem sempre é possível fazer a correção do pH antes do tratamento (Rangel, 2009).

Tem-se verificado também, em muitos lugares, a utilização de usadas como forragem para animais, chegando a ter 27% de proteína na matéria seca. A semente produz óleo de excelente qualidade para a indústria química. Almeida, (2009), observou que a Moringa se mostrou eficaz na clarificação da água, porém devem-se levar em consideração as alterações que o extrato coagulante agrega ao meio.

Segundo Ndabigengesere & Narasiah (1996), as sementes de *Moringa oleifera* são uma alternativa viável de agente coagulante em substituição aos sais de alumínio, que são utilizados no tratamento de água em todo o mundo. Comparada com o alumínio, as sementes de *M. oleifera* não alteraram significativamente o pH e a

[1] Graduando em Agronomia, UFAL, Departamento de Irrigação, Maceió-AL. 57036-650. Fone: (082) 9606-8624. E-mail: georgem.melo@hotmail.com
[2] Dra. Eng. Agrícola, Universidade Federal de Alagoas
[3] Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas
[4] Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas
[5] Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal de Alagoas

alcalinidade da água após o tratamento e não causam problemas de corrosão. No tratamento da água, os coagulantes convencionais mais utilizados estão o sulfato de alumínio e o cloro. Porém, estudos demonstram que concentrações muito elevadas destas substâncias podem causar problemas à saúde humana, então a utilização de coagulantes naturais é de grande importância ecológica, visto que são pouco tóxicos.

A eficiência de remoção da turvação nas etapas de coagulação-floculação utilizando a *Moringaoleifera* é dependente do valor da turvação inicial das amostras de água, sendo o potencial coagulante superior para valores muito elevados de turvação (Bhatia *et al*, 2007a) (Katayon *et al*, 2006).

Toda a sobra orgânica (galhos, cascas de sementes, caule) provenientes da Moringa, pode ser utilizada na geração de energia. Para cada 100 hectares de Moringa plantada, são geradas 4800 ton./ano de rejeitos orgânicos a serem queimados para produção de energia.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), em Rio Largo-AL, no período de maio a junho de 2012. Esta região está localizada em áreas de tabuleiros costeiros, pertencentes ao Grupo Barreiras. Possui um clima quente úmido (B1), megatérmico (A´). Com deficiência de água moderadamente no verão e grande excesso de água no inverno, segundo a classificação de Thorntwaite-Mather. A precipitação pluvial média anual varia de 1800 mm. Quanto à disponibilidade térmica, com temperaturas médias oscilando entre 24 e 25 o C. As sementes de moringa foram coletadas e conservadas em lugar seco e arejado até o momento da utilização. A água de chuva utilizada no trabalho foi oriunda do município de Maceió-AL, situado no litoral brasileiro. As amostras de água foram coletadas e armazenadas em garrafas de plástico e levadas ao laboratório para análise química. Foram feitas análises antes e depois da adição do coagulante natural.

Para o preparo da solução coagulante, as sementes foram selecionadas considerando-se o tamanho, cor e viscosidade. Os parâmetros químicos analisados foram: pH, condutividade elétrica, cálcio e magnésio e a coloração da água. Foram feitas 3 soluções coagulantes utilizando como matéria-prima a vagem da moringa, a casca e a semente que foram maceradas utilizando pilão de louça até apresentarem a consistência de pó. Logo em seguida, foram adicionados 150ml de água tratada para as 3 soluções coagulantes.

A solução com semente apresentou coloração esbranquiçada e textura pastosa. Em seguida, foi agitada por 5' e coada. O mesmo procedimento se repetiu para o preparo da casca e da vagem. A solução coagulante foi adicionada à água de chuva, utilizando béqueres de 250ml da água coletada, agitando frequentemente por 1' e logo em seguida lentamente por 5', utilizando um bastão de vidro, manualmente, apenas para haver homogeneização da solução. Os tratamentos foram cobertos e deixados em repouso por 1h e 2h para ocorrer a coagulação, floculação e sedimentação das partículas sólidas da solução.

Os valores, conforme Tabela 1, foram obtidos utilizando pHmetro e condutivímetro , onde a medição foi feita através da introdução do eletrodo no béquer contendo 250ml de água de chuva. Passados 5 minutos, podem-se obter os resultados de pH e condutividade elétrica. O cálcio e magnésio foram obtidos através de titulação complexométrica, onde a água de chuva foi transferida para um erlenmeyer de 250 mL e dissolvida com 50 mL de água destilada. Por conseguinte, a temperatura da água foi medida através de um termômetro. A temperatura da água é importante porque pode influenciar outras propriedades acelerando reações químicas, reduzindo a solubilidade dos gases, acentuando a sensação de sabor e odor, etc (RICHTER e NETTO, 1991). A solução coagulante da Moringa foi preparada no momento do ensaio, pois segundo Cardoso *et al.* (2008)

Tabela 1. Características químicas da amostra de água de chuva antes do tratamento com as soluções coagulantes

Amostra de água	pH	CE (dS m^{-1})	Ca + Mg ($cmol_c$. dm^{-3})	Temperatura (ºC)
Amostra 1	6,36	0,09287	0,6	25

estudos demonstraram que o armazenamento da solução por alguns dias pode influenciar na eficiência do tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação das soluções coagulantes, os tratamentos estudados apresentaram as seguintes características.

Tabela 2. Características químicas da água de chuva de acordo com a matéria-prima da solução coagulante

Tipos de tratamento	pH		CE (dS m^{-1})		Ca + Mg (cmol$_c$. dm^{-3})		Temperatura (ºC)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Vagem	7,32 bA	7,15 cB	0,12 aB	0,12aA	0,70 bB	0,70 bA	24,05 bB	25,13 bA
Casca	7,61 aA	7,21 bB	0,10 cB	0,11 cA	0,50 bA	0,50 cA	25,30 aA	25,00 cB
Semente	6,88 cB	7,65 aA	0,11 bA	0,11 bB	0,80 aA	0,80 aA	23,30 cB	25,63 aA

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. * 1: 1 hora; 2: 2 horas

Valores recomendados pela OMS pH 7 a 8,5 para água bruta e 6,5 a 8.5 para água tratada pois ocorre irritação nos olhos e exacerbação de problemas de pele quando superior a 11.

Tanto a utilização da semente como do extrato aquoso como coagulantes não afeta consideravelmente o pH e a condutividade da água, e sendo a *Moringa oleifera* um produto natural, a sua aplicação, principalmente em águas residuais, é descrita como promissora pois pode reduzir o custo dos produtos químicos utilizados no ajuste de pH (Bhatti *et al*, 2007b).

Os tratamentos estudados mostraram que a água contendo a solução coagulante da vagem manteve sua concentração de Ca+Mg inalterada em 0.7, entretanto sua temperatura aumentou cerca de 7%. Para a CE e o pH na solução da vagem não houve diferença significativa, ocorrendo contudo a CE aumentou cerca de 33%, já o pH teve um aumento em relação a água bruta, cerca de 16%, entretanto estes valores ainda estão dentro do limite exigido pela OMS que é de 1dS/m. A solução da casca da semente de moringa influenciou no pH da água, com um decréscimo de 5% em relação ao tempo de reação de 1h. Já a CE aumentou de 0.1002 para 0.1029 dS/m. A concentração de Ca+Mg manteve-se estável em 0.5000 Cmolc/dm³, ou seja, a variação do tempo não teve influência neste parâmetro. A temperatura da água sofreu um decréscimo de 1%.

A água contendo a solução da semente foi a única que teve mudança mais visível em relação ao pH, onde teve seu pH aumentado, atingindo 7.6475, um aumento correspondente a cerca de 11%. A temperatura obteve um aumento de 10%, chegando a 25.6250 ºC comparando-se o momento em que a solução foi preparada e o momento da medição, que pode ser justificada pela amostra estar em temperatura ambiente. Já a CE caiu de 0.1121 para 0.1056, tendo um decréscimo a cerca de 6%. Vê-se então que os parâmetros químicos analisados foram alterados de acordo com o tipo de tratamento e a variação do tempo de reação.

A água tratada com a solução coagulante de vagem, que apresentava caráter amarelo claro (5Y7/3) tornou-se levemente amarelado. O mesmo aconteceu para a água tratada com a solução coagulante da casca da semente de moringa, provavelmente devido às condições ambientes que eram equivalentes. Já a água tratada com a solução coagulante da semente obteve um resultado mais satisfatório em relação às outras, saindo de

Tabela 3. Cor da água determinada através do uso da carta de Munsell

	Vagem		Casca		Semente	
	1	2	1	2	1	2
Amostra de água	5Y7/3	5Y8/3	5Y7/3	5Y8/3	5Y8/3	5Y8/4

um caráter suavemente amarelado (5Y8/3) para um amarelo mais límpido e claro (5Y8/4). A clarificação de águas também foi verificada por pesquisadores como Pinto e Hermes (2005) e Cardoso et al. (2008). A qualidade da água não foi modificada em nenhum dos tratamentos, mantendo-se C1;S2, onde possui baixa salinidade e concentração média de sódio contida nas amostras avaliadas.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, percebe-se que os parâmetros químicos analisados não sofreram variações drásticas em relação ao tempo de reação das soluções coagulantes;

Pode-se observar que as amostras que tiveram a adição da solução coagulante da semente de moringa obtiveram uma redução na intensidade da cor, ou seja, tornaram todas as amostras menos turvas em relação às outras amostras com soluções coagulantes de vagem e casca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Rubyane Brito Rodrigues de. Clarificação de água utilizando sementes da planta Moringa 2009. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental, Faculdade Dinâmica das Cataratas (UDC), Foz do Iguaçu, 2009.

BHATIA, S., OTHMAN, Z., AHMAD, A. (2007a). Pretreatment of palm oil mill effluent *(POME)* using Moringa oleifera seeds as natural coagulant. Journal of Hazardous Materials, Vol. 145, pp. 120-126.

BHATTI, H., MUMTAZ, B., MUMTAZ, B. *et al.* (2007). Removal of Zn (II) ions from aqueous solution using Moringa oleifera Lam. (horseradish tree) biomass. Process Biochemistry, Vol. 42, pp. 547-553.

CARDOSO, Karina Cordeiro; BERGAMASCO, Rosângela; COSSICH, Eneida Sala; MORAES, Leila Cristina Konradt. Otimização dos Tempos de Mistura e Decantação no Processo de coagulação/floculação da Água Bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. **Acta. Sci. Tech.** Maringá, v.30, n.2, p.193-198, 2008.

DUKE, J. A. Moringaceae: horseradish-tree, drumstick-tree, sohnja, moringa, murunga-kai, mulungay. In: BENGE, M. D. (Ed.) **Moringa a multipurpose tree that purifies water.** Boston, Science and Technology for Environment and Natural Resources, 1987, p.19-28.

FOIDL,N.; MAKKAR, H.P.S; BECKER, K. The Potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. In: "The Miracle Tree – The Multiple Attributes of Moringa". Ed. Lowell J. Fuglie. CTA. USA. Tanzania; 2001.

GALLÃO, I.M.; Maria Izabel, DAMASCENO, Leandro Fernandes; BRITO, Edy Souza de. Avaliação Química e Estrutural da Semente de *Moringa.* **Cien. Agron.,** Fortaleza, v.37, n. 1, p.106-109, 2006.

Katayon, S., Noor, M, Asma, M. *et al* (2006). Effects of storage conditions of Moringa oleifera seeds on its performance in coagulation. Biorsource Technology, Vol. 97, pp.1455-1460.

NDABIGENGESERE A.; NARASIAH, S. K.. Influence of operating parameters on turbidity removal by coagulation with *Moringa oleifera* seeds. **Environmental Technology**, v.17, p.1103-1112, 1996.

PIO CORRÉA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: IBDF, 1984, v.5, p.276-283. KALOGO, Y.; M'BASSINGUIÈ SÈKA, A.; VERSTRAETE, W. Enhancing the start-up of a UASB reactor treating domestic wastewater by adding a water extract of *Moringa oleifera* seeds. **Applied Microbiology Biotechnology**, v.55, p.644-651, 2001.

RANGEL, Maria S. Moringa oleifera: um Purificador Natural de Água e Complemento Alimentar para o Nordeste do Brasil. **Flores e Folhas.** Disponível em: <http://www.jardimdeflores.com.br/floresefolhas/A10moringa.htm> Acesso em: 12 jun. 2012.

RICHTER, Carlos A; NETTO, José M. de A. **Tratamento de Água:** Tecnologia atualizada. São Paulo: Edgard Blücher, 1991.

PINTO, N.O.; HERMES, L.C. (2005), "Sistema simplificado para a melhoria da qualidade de água consumida por comunidades rurais do semiárido paraibano."
In: 5º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA. Anais... Teresina, PI.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

VARIABILIDADE ANUAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E CONDIÇÕES DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE FLORIANO-PI

Lucílio José Vieira dos Santos[1], Raimundo Mainar de Medeiros[2], Camila Kassar[3], Paulo Roberto Megna Francisco[4] & Ricardo da Cunha Correia Lima[5]

Resumo: No presente estudo, utilizou-se da série de precipitação pluvial do município de Floriano, PI, referente ao período de 1912 a 2010. Os dados foram agrupados utilizando-se a distribuição de frequência, determinando-se em seguida às medidas de tendência central, dispersão e histogramas, com distribuição de frequência, em dez intervalos de classes: 0-399, 400-499, 600-799, 800-999, 1000-1199, 1200-1399, 1400-1599, 1600-1799, 1800-1999 e maior que 2.000mm os quais foram determinadas as frequências de ocorrência do número de anos em cada uma dessas classes, em cinco períodos distintos: 1912/1931; 1932/1951; 1952/1971; 1972/1991 e 1992/2010, em ciclos ordenados cronologicamente de 20 em 20 anos, sendo o último de dezenove anos, em intervalos de classes regulares de 100 mm. Os resultados demostraram que na série de precipitação estudada temos trinta e sete anos com chuvas abaixo da média, quinze anos com chuva entre a normalidade e quarenta e sete anos com chuvas acima da média histórica. Demonstrou que não houve indícios de diminuição de chuva quando se comparam ciclos de anos com outros, embora exista uma elevada variabilidade espacial e temporal na quantidade de chuva observada entre anos, demonstrando que as variabilidades acima especificadas não impedem que sejam planejadas e construídas cisternas ou outros meios de armazenamento de água para o consumo humano e animal. As distribuições e ocorrências das chuvas irregulares e a atuações dos fatores meteorológicos sofrem bloqueios impedindo as regularidades das chuvas, mesmo assim demonstram condições suficientes de captação e armazenamento das águas das chuvas.

Palavra-chave: clima, variabilidade pluviométrica, semiárido.

INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que apresenta maior variabilidade tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual de uma região para outra (Almeida, 2003). Segundo Aragão (1975), a principal razão da existência do semiárido nordestino é a ausência de um mecanismo dinâmico que provoque movimentos ascendentes. Trabalho de modelagem feito por Gomes Filho (1979) demonstra que a topografia da região tende a intensificar os movimentos subsidentes sobre esta região, enquanto o albedo diferencial não interferiria nos resultados.

Estudos têm demonstrado que a distribuição de frequência tem sido usada para caracterizar o regime pluvial de uma região, embora a distribuição gama incompleta seja o modelo teórico que melhor se ajusta os dados originais (Reis et al, 1995). De acordo com Assis et al (1996), um erro muito comum em análise de dados é desprezar as características da distribuição de probabilidade mais adequada para os dados em estudo.

Tenenbaum et al (2005) relata que não há indícios de diminuição de chuva em São Raimundo Nonato, PI embora exista uma elevada variabilidade espacial e temporal na quantidade de chuva observada de um ano para outro, e mesmo assim, podendo ser armazenadas os índices pluviométricos mesmo que o ano seja abaixo da média climatológica da região. Melo et al (2005) demonstrou que para o município de União, PI as condições necessárias para uma eficiente captura e armazenamento de água de chuva mesmo que durante o período

[1] Engenheiro Civil, AESA, Campina Grande, PB. E-mail: lucilio@aesa.pb.gov.br
[2] Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: mainarmedeiros@gmail.com
[3] Mestranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: camilakassar@gmail.com
[4] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: paulomegna@ig.com.br
[5] Tecnologista, INSA, Campina Grande, PB. E-mail: rcclima@insa.gov.br

estudado tenham sido constatados índices abaixo da média histórica na região do município de Pedro II, PI. Maciel et al (2010) demonstra condições necessárias para uma eficiente captura e armazenamento de água de chuva mesmo que durante o período estudado tenham sido constatados índices abaixo da média histórica na região.

Este trabalho tem por objetivo verificar de forma simples a existência ou não de modificações no "padrão" de chuva anual na localidade de Floriano, PI, ao longo dos últimos noventa e oito anos, comparando-se a frequência de ocorrência de totais anuais de chuva em ciclos de 20 em 20 anos, valendo ressaltar que o último tem dezenove anos, além de mostrar que em anos com precipitações anômalas o seu volume precipitado pode ser armazenado e utilizado para consumo e outras tarefas caseiras, e sua contribuição nos volumes dos rios, lagos, lagoas e riachos da região.

MATERIAL E MÉTODOS

As condições climáticas do município de Floriano (com altitude da sede a 112 m acima do nível do mar) apresentam temperaturas mínimas de 29ºC e máximas de 39ºC, com clima quente tropical. A precipitação pluviométrica média anual (com registro de 850 mm, na sede do município) é definida no Regime Equatorial Continental, com isoietas anuais entre 800 a 1.400 mm, cerca de 5 a 6 meses como os mais chuvosos e período restante do ano de estação seca (CPRM, 2004).

Os dados mensais e anuais de precipitação pluvial utilizados no presente estudo foram coletados no posto pluviométrico do município de Floriano, PI, localizado nas coordenadas geográficas de latitude 06º46´S, longitude 43º01´W e altitude de 85,0 metros referentes ao período: 1912 a 2010, totalizando noventa e oito anos de observações de precipitações. Agruparam-se os dados e utilizando-se a distribuição de frequência, ordenando-os, cronologicamente, de forma mensal (soma dos valores diários) e anual (somatório dos totais mensais e anuais). Determinaram-se, em seguida, as medidas de tendência central: média aritmética e mediana e de dispersão amplitude e desvio padrão.

Os dados de chuva anuais foram agrupados em dez intervalos de classes: 0-399, 400-499, 600-799, 800-999, 1000-1199, 1200-1399, 1400-1599, 1600-1799, 1800-1999 e maior que 2000 mm os quais foram determinadas as frequências de ocorrência do número de anos em cada uma dessas classes, em cinco períodos distintos: 1912/1931; 1932/1951; 1952/1971; 1972/1991 e 1992/2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média aritmética anual do período 1912 a 2010 foi de 949,3 mm com desvio padrão de 326,6 mm e com um coeficiente de variância de 0,34%. Constatou-se que existem períodos mais e menos chuvosos. Ressalta-se, que o maior índice pluviométrico registrado foi no ano de 1985 com 2.060,8 mm e o ano menos chuvoso foi o de 1960 com 277,3 mm. Entretanto, nos anos de 1912, 1937, 1938, 1958, 1960, 1961 e 1983 os índices pluviométricos flutuaram entre 277,3 a menos de 500,0 mm, e os anos de 1930, 1968, 1974 e 1985 ocorreram chuvas variando acima de 1.500,0 até 2.060,8mm.

Na Figura 1 observamos a distribuição de frequência dos totais anuais de chuva em intervalos de classes regulares de 100,0 mm e para ciclos ordenados cronologicamente de 20 em 20 anos. Verifica-se que a freqüência de ocorrência de anos com totais abaixo da média foi de sete anos para o período de 1912/1931, como também apresenta uma frequência de doze anos para o intervalo de precipitação acima de 949,3 mm.

Utilizando-se dos mesmos processos podemos observar na Figura 2 o intervalo de tempo de 1932-1951, no qual apresenta um equilibro de anos secos e chuvosos, perfazendo 10 anos acima e 10 anos abaixo da média, com destaque para os anos de 1937 e 1938 que atingiu o valor anual de 417,6 e 298,5 mm, observa-se que nas classes de frequências entre 1400 a maior que dois mil não ocorreram chuvas neste período.

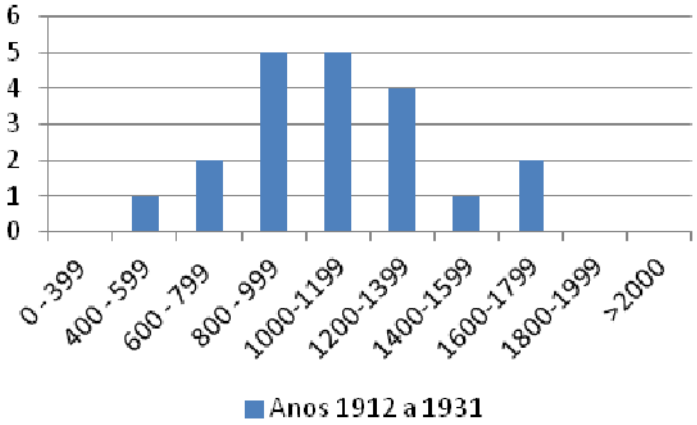


Figura 1. Histograma e distribuição de frequência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1912 a 1931

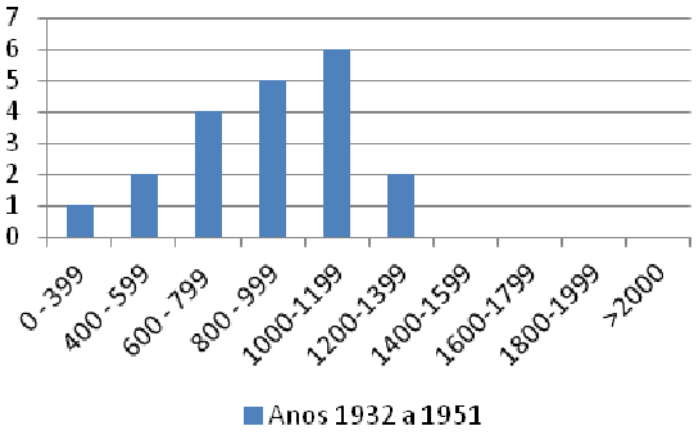


Figura 2. Histograma e distribuição de frequência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1932 a 1951

Referente ao período 1953 a 1971 (Figura 3) podemos observar uma frequência de 5 anos, para o intervalo de precipitação com índices superiores a 948,3 mm (média histórica). A frequência de precipitação abaixo da média anual histórica é de quinze anos. Destaca-se o ano de 1960 com 277,3 mm de índices pluviométricos ocorridos e o ano de 1968 com um total anual de 1.713,4 mm, sendo considerados anos atípicos devido à variabilidade atmosférica.

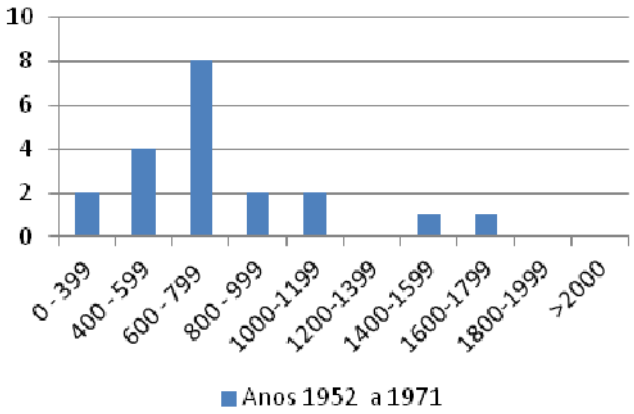


Figura 3. Histograma e distribuição de frequência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1952 a 1971

A Figura 4 demonstra a frequência de precipitação no intervalo de 1972 a 1991, perfazendo um intervalo de ciclo em 20 anos, com dez anos de chuvas abaixo e dez anos com chuvas acima da média histórica. A variabilidade dos dez anos com médias pluviométricas abaixo fluíram entre 492,7 a 939,6 mm, enquanto as variabilidades dos índices pluviométricos acima da média histórica oscilaram entre 1.027,0 a 2.060,8 mm.

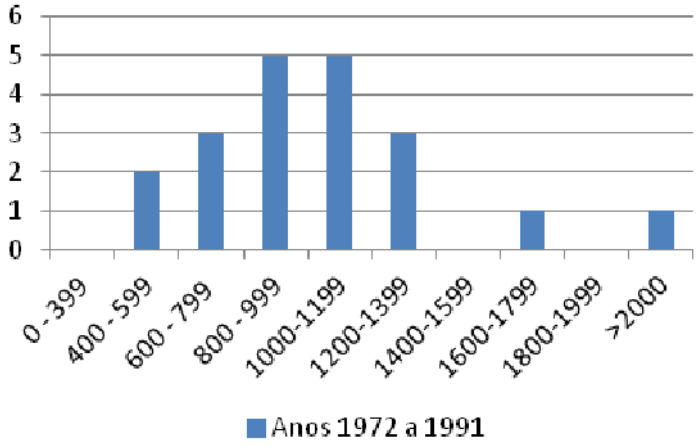


Figura 4. Histograma e distribuição de frequência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1972 a 1991

Finalmente o ciclo de 1992-2010 (Figura 5) totalizando dezenove anos com dados observados, sendo que deste dezenove anos nove obtiveram chuvas abaixo da normal histórica onde sua flutuação variou de 597,0 a 939,5 mm, ao passo que os dez anos restante para a complementação do ciclo os índices pluviométricos fluíram acima da média histórica com oscilação entre 956,0 a 1451,5 mm. Destacamos o ano de 2006 como o ano de máximo índice pluviométrico (1451,5 mm) e o ano de menor valor pluviométrico (2007 com 597 mm).

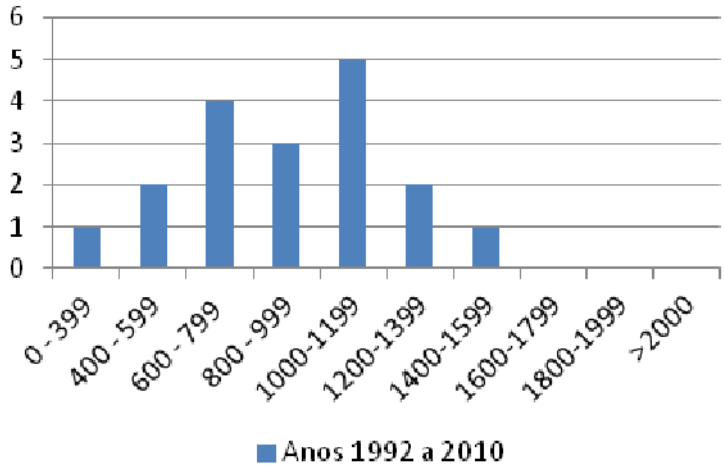


Figura 5. Curva da distribuição dos totais anuais de precipitações e mostra suas variabilidades espacial e temporal nos decorrer dos anos (1992 – 2010)

Observa-se que mesmo com anos abaixo da média histórica (949,3 mm) a captação da água de chuva ainda continua sendo viável e de fácil coleta, o que possibilita o planejamento de construções de reservatórios para o armazenamento da água, ao passo que em anos de precipitações acima da média histórica, os excedentes de água poderiam ser utilizados em outras finalidades, tais como construções de barragens subterrâneas, médios e pequenos açudes os quais auxiliarão as comunidades a captar e armazenar água de boa qualidade e desta forma, poderão utilizar das barragens e açudes como melhor forma de sobrevivência; e assim como, em terrenos

baixios, os quais terão condições de plantio precoce onde possam utilizar a umidade de solo por um maior período de tempo.

Isso demonstra, portanto, que a priori não há indícios de redução de chuva nesta local, quando se comparam ciclos de anos com outros, embora exista uma culminante variabilidade espacial e temporal na quantidade do volume de chuva observada de um ano para outra, demonstrando que as variabilidades acima especificadas não impedem que sejam planejadas e construídas cisternas, pequenos e médios açudes, barragem subterrânea e/ou outros meios para a captação e armazenamento de águas pluviais para o consumo humano e animal.

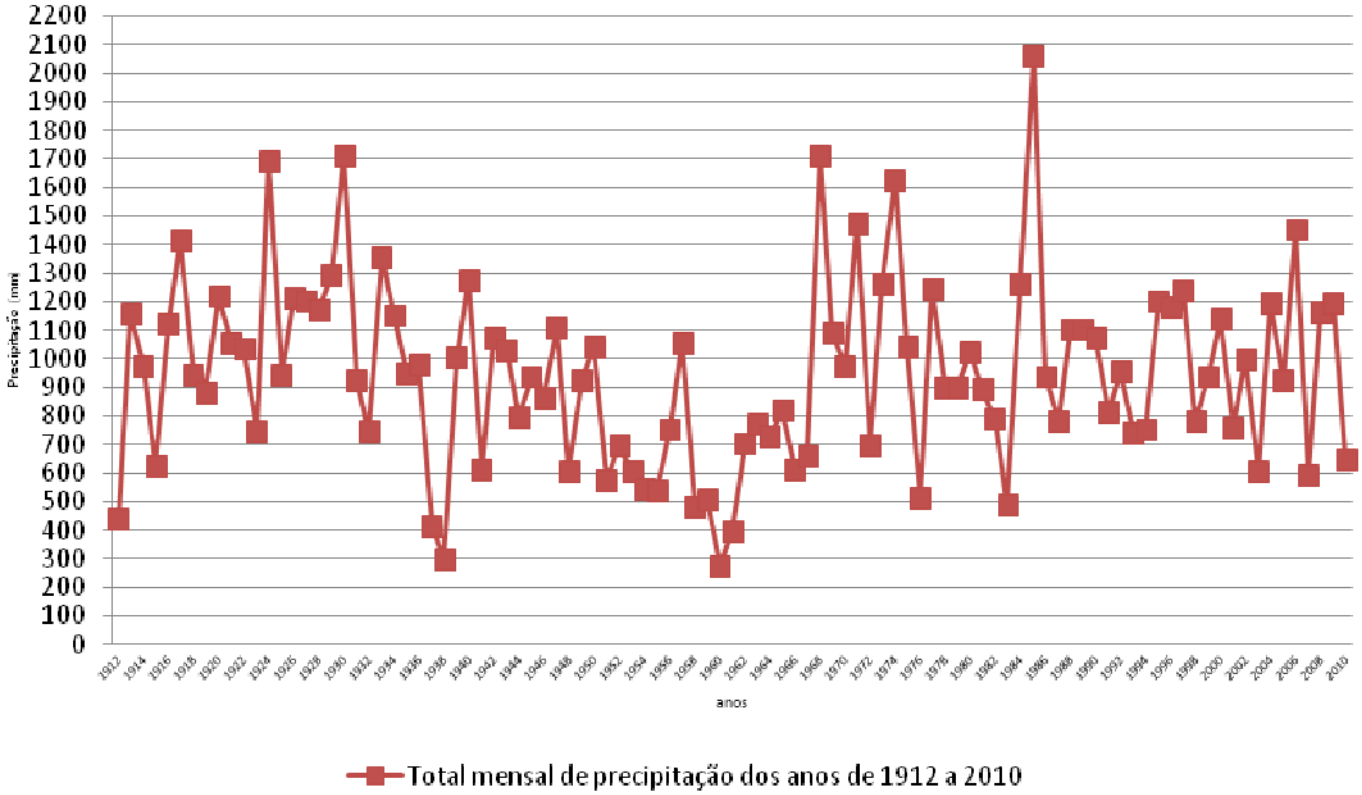


Figura 6. Precipitação total anual em função do período de tempo de 1910 a 2010

CONCLUSÃO

Na série de precipitação estudada temos trinta e sete anos com chuvas abaixo da média, quinze anos com chuva entre a normalidade e quarenta e sete anos com chuvas acima da média histórica.

No município não há indícios de diminuição de chuva quando se comparam ciclos de anos com outros, embora exista uma elevada variabilidade espacial e temporal na quantidade de chuva observada entre anos, demonstrando que as variabilidades acima especificadas não impedem que sejam planejadas e construídas cisternas ou outros meios de armazenamento de água para o consumo humano e animal.

As distribuições e ocorrências das chuvas irregulares e a atuações dos fatores meteorológicos sofrem bloqueios impedindo as regularidades das chuvas, mesmo assim demonstram condições suficientes de captação e armazenamento das águas das chuvas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, H. A. de. Variabilidade anual da precipitação pluvial em Cabaceiras, PB. In: XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Santa Maria, RS. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, pp. 835-837, 2003.

Aragão, J. O. R. Um estudo das estruturas das perturbações sinóticas do Nordeste do Brasil. (INPE-789-TPT/017). Dissertação (Mestrado em Meteorologia), 1975.

Assis, F. N.; Arruda, H. V.; Pereira, A. R. Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática. Pelotas, RS. Ed. Universitária/UFPEL, 161p, 1996.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Estado do Piauí. Diagnóstico do município de Floriano, 2004.

Gomes Filho, M. F. Um estudo sobre a influência do albedo diferencial e da orografia na circulação atmosférica: uma aplicação para o Nordeste Brasileiro. Instituto de Pesquisa Espaciais, INPE-1640-TDL/015, Dissertação (Mestrado em Meteorologia), 1979.

Maciel, A. C.; Medeiros, R. Mainar. Prognóstico para armazenamento de águas pluviais de acordo com a variabilidade anual da precipitação pluvial em União, Piauí. V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. Maceió, AL. Novembro, 2010.

Melo L. F. S. E. ; Medeiros, R. Mainar. Prognóstico para armazenamento de águas pluviais de acordo com a variabilidade anual da precipitação pluvial em Pedro II, PI. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina, PI. Julho, 2005.

Reis, A. S.; Lacerda, F. F.; Varejão-Silva, M. A. Climatologia do sertão de Pernambuco. In: IX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Campina Grande. Anais, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, pp. 199-201, 1995.

Tenenbaum, R. V. O. E.; Medeiros, R. Mainar. Variabilidade anual da precipitação pluvial e condição de armazenamento de água de chuva no município de São Raimundo Nonato, PI. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina – PI. Julho, 2005.

ANÁLISE NO TRATAMENTO DA ÁGUA E MANUTENÇÃO DAS CISTERNAS NUM BAIRRO DA CIDADE DE MOGEIRO-PB

Suênio Anderson Feliciano da Silva[1] & Marcello Maia de Almeida[2]

Resumo: Águas Pluviais são águas que provém da chuva, captada após o escoamento por áreas de cobertura. No nordeste brasileiro a falta de água nos açudes e a salinidade das águas subterrâneas influenciam parte da população a armazenar água da chuva em cisternas. Assim, este trabalho teve por objetivo analisar a qualidade e o tratamento da água, a manutenção das cisternas e estrutura de captação num bairro na cidade de Mogeiro-PB, identificando produtos como: desinfectante e larvicida utilizados para manter a qualidade da água para consumo humano. O estudo caracterizou-se como Pesquisa de Campo, tipo Exploratória. E empregou-se a Observação Direta Intensiva - Entrevista Estruturada. Observou-se que a captação de água constitui-se como um grande potencial para promover a qualidade do bairro; a água das cisternas sempre dura por todo período de estiagem, e esse fato impulsiona os proprietários a não fazerem a limpeza anual do reservatório. Constatou-se também a utilização de peixes na cisterna. Além da presença de animais domésticos sobre as estruturas de captação.

Palavras-chave: Águas Pluviais, Tratamento, Cisterna.

INTRODUÇÃO

Águas Pluviais são águas que provém diretamente da chuva, captada após o escoamento por áreas de cobertura, telhados ou grandes superfícies impermeáveis (Lima, 2010). Historicamente, no Brasil, até aproximadamente 20 anos atrás existiam poucas experiências de aproveitamento de água pluvial. No entanto, no nordeste brasileiro a falta de água nos açudes, lagoas e nos rios, que são temporários nesta região, e a salinidade das águas subterrâneas são fatores que levam parte da população a utilizar a água da chuva. Nesse âmbito, o semiárido brasileiro foi o pioneiro na arte de captação de águas pluviais. As cisternas de uso humano são sistemas compostos por reservatórios semi-enterrados para armazenamento de águas pluviais. Assim, água pluvial dos meses chuvosos é armazenada para ser utilizada nos meses onde se tem escassez de água (Lima & Machado, 2008).

Experiências em andamento no semiárido nordestino apontam para a viabilidade do uso seguro de água de chuva. Mas, é visto que a qualidade da água de chuva coletada depende da pureza da atmosfera, dos materiais usados na superfície de captação, calhas e tubulações do tanque de armazenamento e o dispositivo de retirada da água (Gonçalves, 2009; Ariyananda, 1999).

Por mais que os riscos à saúde possam ser mínimos, vários estudos sobre a contaminação desta fonte apontam muita cautela e a necessidade do máximo de empenho por parte dos proprietários (quanto à manutenção da cisterna e tratamento da água) e dos Agentes Comunitário de Saúdes, para anular ou minimizar a contaminação da água de chuva.

Assim, aliado aos aspectos de manutenção citados acima, a ausência ou deficiência de Tratamento da Água e a ingestão de água não apropriada ao consumo humano pode ter como consequência diversos problemas de saúde, como diarreia, verminoses, micoses na pele, desidratação e entre outras. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 25 milhões de pessoas no mundo morram por ano em virtude de doenças transmitidas por água, como diarreias. Deve ser ressaltado, por exemplo, a *Toxoplasmose* (protozoário chamado *Toxoplasma*

[1] Tecnólogo em Gestão Ambiental/IFPE. Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental/UEPB. Bolsista de Iniciação Tecnológica CNPq. Rua Josefa Ferreira da Silva, 15 – Bairro Córdula Veloso Borges – Mogeiro-PB – CEP: 58.375-000 – Brasil. Fone: (83) 8107-3710. E-mail: suenio.anderson@gmail.com
[2] Doutorado em Engenharia de Processos/UFCG. Professor Dr. do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UEPB

gondii), uma zoonose transmitida por fezes ou dejetos de gato que elimina os cistos do *Toxoplasma*. Consequentemente apresenta sintoma tais como: Febre; Manchas pelo corpo; Cansaço; Dores no corpo; Linfadenopatia (ínguas espalhadas pelo corpo); Dificuldade para enxergar que pode evoluir para cegueira; e Lesões na retina. Sendo recomendado que se evite contato das calhas com fezes de animais, especialmente de gatos (Braga *et al.,* 2005; Varella, 2012).

Com isso, o tratamento da água com *desinfectante* e *larvicida* é essencial para este modelo de gestão de qualidade da água. A desinfecção pelo Hipoclorito de Sódio tem a finalidade de destruir microrganismos nocivos à saúde, de modo a evitar infecções e doenças. De acordo com a Fundação Nacional de Saúde - Funasa (2001) os larvicidas utilizado na rotina do PEAa (Programa de Erradicação do *Aedes aegypti*) são: *Temephós* granulado a 1% (Abate), que possui baixa toxicidade (empregado em dose inócua para o homem, mas letal para as larvas). *Bacillus turinghiensis israelensis* (BTI) inseticida biológico que pode ser utilizado de maneira rotativa com o *temephós*, evitando o surgimento de resistência das larvas a estes produtos. *Metoprene:* substância análoga ao hormônio juvenil dos insetos, que atua nas formas imaturas (larvas e pupas), impedindo o desenvolvimento dos mosquitos para a fase adulta.

Em alguns municípios paraibanos, como Mogeiro-PB, o *Novalurom* tem sido utilizado como larvicida do grupo de Inibidores de Síntese de Queratina, ou seja, o produto age como um controlador de crescimento de insetos, no caso do *Aedes aegypti* inibe a formação da cutícula das larvas, impedindo seu desenvolvimento ao invés da intoxicação direta, este produto tem substituído o Abate, por causa do seu efeito não cumulativo e biodegrabilidade, não é irritante, apresenta toxidade muito baixa em mamíferos e não causa dano ao meio ambiente (não é fitotóxico) (Brasil, 2011).

Nesse âmbito, este trabalho teve por objetivo analisar a qualidade e o tratamento da água, a manutenção das cisternas e estrutura de captação num bairro na cidade de Mogeiro-PB, além de identificar produtos tais como: desinfectante e larvicida utilizados para manter a qualidade da água para consumo humano.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracterizou-se como uma Pesquisa de Campo, tipo Exploratória, uma vez que, há uma variedade de procedimentos de coletas de dados que podem ser utilizados, como entrevista, observação participante e análise de conteúdo. Assim, para o estudo empregou-se a Observação Direta Intensiva, ou seja, Entrevista (Estruturada) constituída de 20 perguntas, afim de *averiguação de "fatos" e determinação de opiniões,* além de Observação Sistemática. Bem como utilização da Pesquisa Bibliográfica (Marconi & Lakatos, 2010).

A pesquisa foi desenvolvida no Bairro Córdula Veloso Borges, localizado no norte da cidade de Mogeiro-PB, que possui altitude de 117 m, com coordenadas de 7° 182 02,883 de latitude Sul e 35° 282 38,053 de longitude Oeste, e uma precipitação média anual de 432 mm.

No primeiro momento da pesquisa, realizou-se um levantamento junto ao Agente Comunitário de Saúde da região, em relação ao número de cisternas instaladas neste bairro, e que estavam sendo utilizadas no momento com armazenamento de água por captação de telhados. Nesse sentido, foram computadas 16 cisternas no total, sendo que o bairro possui três ruas, onde a primeira rua selecionada, aleatoriamente, possui 2 cisternas, segunda 9 cisterna e terceira 5 . A pesquisa foi desenvolvida no ano de 2012, durante os dias 27 de fevereiro a 2 de março, junto aos proprietários das cisternas. Os dados foram analisados Quali-quantitativamente com auxilio do *Office Excel 2007,* fornecendo percentuais de representatividade das respostas do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os entrevistados 93,75% informaram que nunca fizeram uso de carro-pipa para abastecimento da cisterna, enquanto que 6,25% já usaram desta alternativa, no entanto, deve-se ressaltar que esta prática pode

comprometer a qualidade da água armazenada. A utilização de carro-pipa pode está ligada diretamente ao grande período de estiagem vivido por estes moradores. Quando questionados a respeito da água da chuva na cisterna, maior parte disse que a mesma dura *sempre* por todo o período de estiagem, isto é, 68,75%. Os 12,50% que afirmaram que *não sabem* correspondem aos proprietários que moram há pouco tempo na residência ou fizeram a cisterna há pouco tempo. Os percentuais que correspondem aos que responderam *nunca* e *às vezes* pode ter ligação com o aspecto de que 87,50% dos entrevistados disseram que outras famílias além da sua utilizam da água da cisterna, respectivamente, 12,50% disseram que não (ver Figura 1):

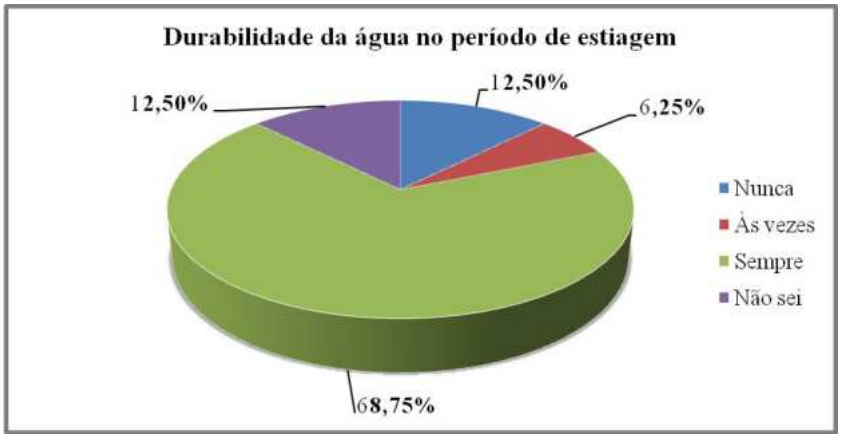


Figura 1. Durabilidade da água no período de estiagem

Todos moradores só utilizam peixes (piaba da espécie *Leporinus friderici*) para o tratamento da água na cisterna. Segundo estudos realizados, a piaba pode ser usada no controle de larvas de mosquitos, principalmente, da dengue *Aedes Aegypti* em cisternas, no entanto, peixes são carregadores de bactérias e protozoários (Tribuna do Norte, 2007). Além disso, alguns moradores do bairro acreditam que a utilização da piaba na cisterna é suficiente para manter a qualidade da água. Deve-se salientar que não, essa técnica pode ser viável, mas não exclusiva para manter a qualidade da água, podendo utilizar-se de desinfectante na mesma logo após sua retirada da cisterna.

Segundo os moradores, ao retirar a água da cisterna e colocar em recipientes tais como: jarras e filtros para beber, eles responderam o seguinte a respeito do tratamento com desinfectante (Figura 2): a maior parte (62,50%) dos moradores não utiliza desinfectante (seja cloro ou hipoclorito, ou água sanitária) no tratamento da água para consumo humano. Este aspecto está ligado ao fato de que essas duas substâncias utilizadas

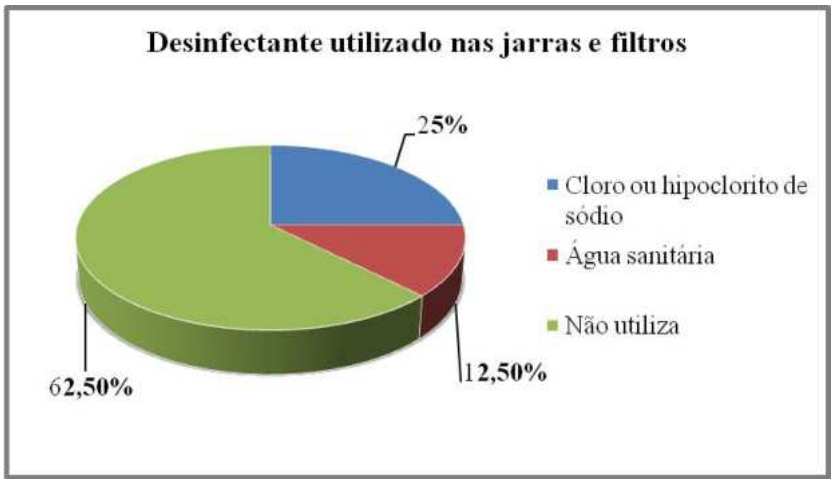


Figura 2. Desinfectante utilizado nas jarras e filtros para tratamento da água

provocam um sabor desagradável a esses moradores, principalmente, hipoclorito de sódio; além da evidente falta de informação por parte dos moradores relativa a importância do hipoclorito de sódio no tratamento de água, uma vez que, a desinfecção destrói microrganismos nocivos à saúde, de modo a evitar infecções e doenças. Tratamento esse necessário e de caráter periódico.

Quanto à utilização de larvicida em jarras e filtros, não foi tão divergente da informação acima. A diferença está na utilização de Novalurom equivalente a 6,25%, e 31,25% que corresponde ao Abate. Consequentemente, os 62,50% que *não* utilizam de larvicida para o tratamento da água, também tem ligação com a falta de informação a respeito da importância do larvicida, bem como o sabor não agradável do Abate influencia neste dado (Figura 3).

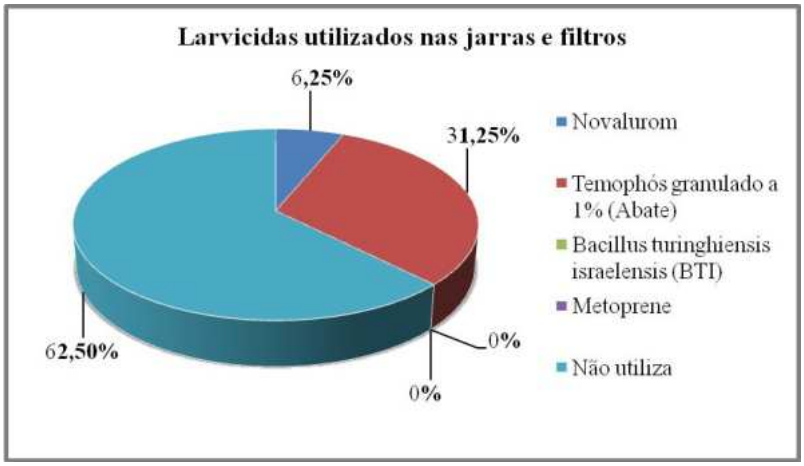


Figura 3. Larvicidas utilizados nas jarras e filtros

Ao questionar os proprietários a respeito se já misturaram água da chuva armazenada na cisterna com outro tipo de água proveniente de açude ou barreiros da região, todos os proprietários informaram que não. Outro ponto importante é quanto ao objeto utilizado para retirada de água da cisterna, onde todos os proprietários usam balde ou lata, desse total, 6,25% mencionaram que *não* é exclusivo esse balde (respectivamente, 93,75% *sim*). Caso o balde não sendo exclusivo, há uma maior probabilidade de contaminação da água da cisterna, pois outros baldes utilizados podem está expostos a maior contato com ambientes contaminados por microrganismos.

68,75% das cisternas *não* apresentam fissuras ou rachaduras, já 31,25% *sim*, dos quais responderam sim, 40% das cisternas apresentam vazamento no momento e 60% não. Ao referissem ao maior benefício de possui uma cisterna em casa, 68,75% apontaram "Mais saúde"; "Mais dinheiro" e "Mais tempo" com 12,50% cada, e 6,25% "Nenhum benefício". Os que responderam Mais Saúde, sua respostas convergiam com a ideia de que, a disponibilidade da cisterna implica em não consumir mais água de barreiros e açudes da região (águas ditas salobras). Já as respostas Mais dinheiro e tempo, respectivamente, correspondem à diminuição de gastos na compra de água para beber e maior tempo para afazeres doméstico, ou seja, não há necessidade de deslocamento para coletar água em mananciais.

68,75% disseram que fazem descarte das águas nas primeiras horas de chuvas e 31,25% *não*. Este processo é fundamental para a retirada de partículas sedimentadas sobre o telhado, uma vez que, pode comprometer a qualidade da água da cisterna, além da possibilidade de remoção de animais sobre as estruturas. Todos moradores informaram que protegia bem com tampas a cisterna contra insetos ou animais, no entanto, conforme a princípio dito, os proprietários informaram uso de peixes que evidencia a entrada de mosquitos nas cisternas por pequenas aberturas.

Outro fato importante é que por parte dos proprietários, a sua maioria informou que comumente observam algum tipo de animal sobre as estruturas de captação de água. Nesse sentido, dos que afirmaram *sim* (81,25%),

já avistaram gato ou galinha sobre as estruturas de captação da água. Deve ser ressaltado que, 93,75% dos entrevistados tinham a plena convicção de que animais sobre as estruturas de captação (seja *morto ou vivo*) tais como gato ou galinha prejudicam a qualidade da água da cisterna. Todavia esse problema pode ser sanado, mediante campanha socioambiental que desperte nos proprietários o interesse pela prisão desse felino em corrente, para que o mesmo não prejudique a qualidade da água. Como maior parte dos proprietários informou que estão cientes de que animais como gato ou galinha (seja morto ou vivo sobre as estruturas de captação) podem prejudicar a qualidade da água e, conseguinte a saúde humana, torna-se viável esse trabalho de educação para melhorar a qualidade de vida dos proprietários e familiares que consomem dessa água. Segundo informações, 31,25% nunca fizeram limpeza na cisterna anualmente, 43,75% às vezes e 25% sempre. O percentual que respondeu com as respostas *nunca* ou *às vezes* afirmou, respectivamente, que não é feita sempre porque as cisternas nunca secaram. No entanto, recomenda-se fazer a limpeza anualmente (Brasil, 2006), principalmente, quando se tem uma prioridade de consumo de em *1° lugar* beber (com 100% dos proprietários), *2° lugar* cozinhar (93,75%), *3° lugar* higiene pessoal (escovar dente, tomar banho e outros) (75%) e serviços domésticos (como lavar louça, casa e outros) com 75% em *4° lugar*.

CONCLUSÕES

O fato da água sempre durar por todo período de estiagem pode ser caracterizado como ponto positivo mediante os longos períodos de estiagem, no entanto, esse fato impulsiona os proprietários a não fazerem a limpeza anual do reservatório. É perceptível também que para cisternas onde são utilizadas águas por mais de uma família essa está propícia a secar, consequentemente, exposta a utilização de carro-pipa para enchê-la. O aspecto das cisternas apresentarem vazamento no momento evidencia a falta de manutenção das mesmas.

A utilização de peixes para manter a qualidade da água na cisterna consiste num grande potencial no que diz respeito ao controle de larvas, no entanto, não deve ser vista apenas como única forma de tratamento de água da cisterna, sendo necessária tratar a água quando colocada em jarras ou filtros com desinfectante e/ou larvicida. Quanto aos produtos utilizados no tratamento da água, há necessidade de maiores informações por parte dos proprietários a cerca da importância do uso de desinfectante e larvicida, pelo fato das águas das cisternas serem prioritárias para consumo humano.

Um ponto que merece grande atenção, a respeito da qualidade da água, é que comumente os proprietários já observaram animais como gato e galinha sobre as estruturas de captação, este aspecto é ariscado, porque o felino possui *Toxoplasmose*, este aspecto pode comprometer a qualidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ariyananda, T. Comparative Review of Drinking Water Quality From Different Rain Water Haversting Systems in Sri Lanka. In: Proceedings of the 9th International Rainwater Catchment Systems Conference, 1999, Petrolina, Brasil.

Braga, B.; *et al.* Introdução à Engenharia Ambiental - O desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall Brasil, 2005. 318p.

Brasil. Avaliação da Ação Construção de Cisternas para Armazenamento de Água. Relator Ministro Guilherme Palmeira. Brasília: TCU, Secretaria de Fiscalização e Avaliação de Programas de Governo, 2006. 44p.

Brasil. Novalurom (Regulador do crescimento de larvas no combate ao *Aedes aegypti*). Gerencia Operacional de Vigilância Sanitária – Núcleo de Entomologia e Pesquisa Operacional. (SVS/Ministério da Saúde). Governo da Paraíba. Secretaria de Saúde, 2011. 11p

Funasa (2001). Instruções para Pessoal de Combate ao Vetor (Tratamento). Disponível em:<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/ipcv_010.pdf>. Acesso em: 09 de março de 2012.

Gonçalves, R. F. Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 352p.

Lima, R. P.; Machado, T. G. Aproveitamento de Água Pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações. São Paulo: Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, 2008. 45p. Monografia

Lima, R. M. A. Gestão da água em edificações: utilização de aparelhos economizadores, aproveitamento de água pluvial e reuso de água cinza. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, 2010. 71p. Monografia

Marconi, M. de A.; Lakotos, E. M. Fundamentos de Metodologia Científica. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 320p

Tribuna do Norte. Piaba é usada no combate à dengue. Publicação: 14 de Setembro de 2007 às 00:00. Disponível em: <http://tribunadonorte.com.br/noticia/piaba-e-usada-no-combate-a-dengue/52732>. Acesso em: 09 de março de 2012.

Varella, D. Doenças e Sintomas: Toxoplasmose. Disponível em:<http://drauziovarella.com.br/doencas-e-sintomas/toxoplasmose/>. Acesso em: 09 de março de 2012.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

BALANÇO HÍDRICO COMO PLANEJAMENTO AGROPECUÁRIO PARA A CIDADE DE CABACEIRA, PARAÍBA

Camilla Kassar Borges[1], Raimundo Mainar de Medeiros[2], Maria da Conceição Marcelino Patrício[5], Paulo Roberto Megna Francisco[4] & Virginia Mirtes de Alcântara da Silva[3]

Resumo: A elaboração do balanço hídrico mensal para a cidade de Cabaceira, Paraíba, visando o planejamento agropecuário, foi determinado a partir do método de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando uma Capacidade de Armazenamento de Campo (CAD) de 100 mm. Foram utilizados dados da temperatura média do ar do período de 1950 a 2010, estimadasatravés da utilização do software "Estima – T", desenvolvido pelo Departamento de Ciências Atmosférica (DCA), da Universidade Federal de Campina Grande, PB. Utilizou-se também, dados de precipitações mensais para o período de 1926 a 2011,fornecido pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA).Obalanço hídrico calculado resultou em doze meses de deficiência hídrica e não ocorrendo excedente hídrico em nenhum mês, sendo o déficit hídricoacumulado de910,0mm. A evapotranspiração potencial é praticamente quatro vezes comparada aos índices pluviométricos, e evaporação real é superior a precipitação.

Palavras-chave: evapotranspiração, evaporação,balanço hídrico.

INTRODUÇÃO

As informações das condições climáticas de uma determinada região são necessárias para que se possam instituir estratégias, que visem o manejo mais adequado dos recursos naturais, planejando dessa forma a busca por um desenvolvimento sustentável e a implementação de práticas agropecuárias viáveis e seguras para o meio ambiente.

A contabilização da água contida no solo, e a forma de medir a quantidade de água que entra e sai deste solo é dada pelo balanço hídrico. Sendo as entradas representadas pela precipitação, irrigação, orvalho, escorrimento superficial, drenagem lateral e ascensão capilar, e as saídas ou perdas são representadas pela evapotranspiração, escorrimento superficial, drenagem lateral e drenagem profunda (SENTELHA, apud CARVALHO, 2004).

O planejamento hídrico é a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, assim, o balanço hídrico permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica do solo ao longo do tempo. O balanço hídrico tomado como unidade de gerenciamento, permite classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos (LIMA, 2009). Assim, a primeira avaliação de uma região é o balanço, a partir do qual se determina a contabilização de água de uma determinada camada do solo, onde se define os períodos secos (deficiência hídrica) e úmidos (excedente hídrico) de um determinado local (REICHARDT, 1990). Deste modo, a técnica permite a identificação de áreas onde as culturas podem ser exploradas com maior eficácia (BARRETO et al., 2009).

O objetivo principal será fornecer maioresinformações sobre os aspectos climáticos do município de Cabaceira, PB,estabelecendo o balanço hídrico climático através do método de Thornthwaite como ferramenta ao planejamento agropecuário.

[1] Mestranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande – PB. 58.429.900. (83) 2101.1400.camilakassar@gmail.com
[2] Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, mainarmedeiros@gmail.com
[3] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, paulomegna@gmail.com
[4] Mestranda em Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB, ceicca@gmail.com
[5] Bióloga, Pós- Graduanda em Geoambiência e Recursos Hídricos no Semi-árido-UEPB - virginia.mirtes@ig.com.br

MATERIAIS E MÉTODOS

A área em estudo compreende omunicípio de Cabaceira, localizado no estado da Paraíba com asseguintes coordenadas geográficas: latitude 07º30' Sul, longitude 36º17' Oeste e uma altitude média em relação ao nível do mar de 390metros.

Foram utilizados dados da temperatura média do ar estimadaatravés da utilização de um software "Estima – T", desenvolvido pelo Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), referente ao período de 1950 a 2010e dados de precipitações mensais, obtidos junto a AESApara operíodo de 1926 a 2011; adotou-se o CADigual a 100 mm. Para este estudo utilizou-se o método do balanço hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite&Mather (1955), sendo uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo em escala, através de valores médios mensais e anuais, (normal climatológica). Utilizando-se dos dados de temperatura do ar e chuva para o calculo do balanço, o qual fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF), excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água do solo (ARM). Este tipo de análise torna-se assim um indicador da disponibilidade hídrica em uma região, para um grupo de culturas, além de ser uma ferramenta empregada em distintas áreas do conhecimento.Para o cálculo do balanço foram utilizadas planilhas eletrônicas desenvolvidas no Excel,segundo Rolim e Sentelhas (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do balanço hídrico médio mensal para a cidade de Cabaceiras,estão representados na Tabela 1 e nas Figuras 1 e 2, permitindo uma melhor visualização da variação dos principais dados mensais agrometeorológico ao longo do ano. O município apresenta uma precipitação anual de 336,6 mm comoitenta e seis de dados observados, o quadrimestre mais chuvoso são os meses de março a junho com oscilações entre 42,3 a 60,2 mmrespectivamente, e os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro os valores dos índices pluviométricos variam de 3,4 a 9,3 mm. A evapotranspiração (1.248,3 mm) fica em torno de quatro vezes em relação ao valor da precipitação total anual, favorecendo a deficiência hídrica.

Tabela 1. Valores médios dos componentes do balanço hídrico climático. Tméd= temperatura média do ar, Prec = precipitação, EPT = evapotranspiração, EVR = evaporação real, DEF = deficiência hídrica, EXC = excedente hídrico

Meses	Tméd (ºC)	Prec (mm)	EPT (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	25,3	23,0	123,1	22,2	100,9	0,0
Fev	25,1	39,2	111,3	39,7	71,6	0,0
Mar	24,8	59,8	117,3	59,4	57,9	0,0
Abr	24,5	60,2	107,5	59,8	47,7	0,0
Mai	23,7	42,3	99,0	41,2	57,8	0,0
Jun	22,6	43,5	82,1	43,4	38,7	0,0
Jul	22,1	36,8	79,2	36,3	42,9	0,0
Ago	22,4	14,9	83,1	14,5	68,6	0,0
Set	23,3	5,2	91,9	5,3	66,6	0,0
Out	24,3	3,4	109,6	3,5	106,1	0,0
Nov	25,0	3,8	117,3	3,7	113,6	0,0
Dez	25,3	9,3	127,0	9,4	117,6	0,0
Anual	24,0	336,6	1.248,3	338,4	910,0	0,0

Pode-se observar que não houve excedentes hídricos durante o ano, a deficiência hídrica ocorreu nos dozes meses, com um valor anual de 910,0 mm. A evapotranspiração potencial anual foi de 1.248,3 mm, com índices mensais oscilando entre 79,2 (julho) a 127,0 mm (dezembro). A diferença entre EVR e a PREC anuais é de 1,8 mm. Para a componente de deficiência hídrica DEF, destaca-se o período chuvoso e o de baixos

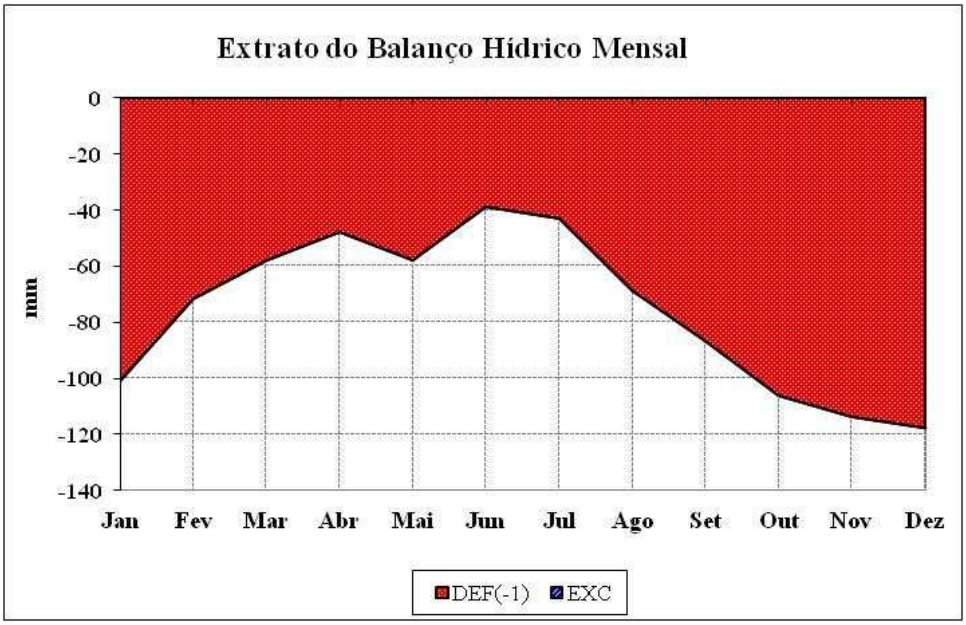


Figura 1. Gráfico do extrato do balanço hídrico mensal para Cabaceira, PB

Figura 2. Gráfico do balanço hídrico para o município de Cabaceira, PB. Método de Thornthwaite e Mather (1955), para o período de 1926-2011

valores de precipitação, com variações de 38,7 mm (junho) a 117,6 mm (dezembro) com um total anual de 910,0 mm.

Para os produtores rurais do município de Cabaceira, PB, o balanço hídrico é fundamental para o estabelecimento de estratégias que visem minimizar perdas e aumentar a produçãoagropecuária. No aspecto geral, a irrigação é uma forma artificial de suprir as necessidades hídricas das culturasdo setor agropecuário, possibilitando o desenvolvimento de plantas e animais e de forma otimizada (BARRETO et al., 2003). Em regiões áridas e semiáridas, como é o caso da cidade de Cabaceiras, salienta-se que é de extrema necessidade o uso de água de poços tubulares, cacimbão e de outras fontes de armazenamento para a sobrevivência humana, animal e vegetal, contribuindo deste modo o setor ao agropecuária dessas regiões.

CONCLUSÕES

A evapotranspiração potencial é em torno de quatro vezes maior do que os índices pluviométricos ocorridos. Sendo assim é de extrema importância para o setor produtivo agrícola e pecuarista, o uso de formas alternativas de captação e armazenamento de água, para suprir de maneira sustentável as necessidades de água das produções. Pois como foi constatado, o déficit hídrico ocorre ao longo ano, pressionando a criação de opções para solucionar problemas de abastecimento dessa região em que as chuvas são bastantes irregulares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Barreto, A. N.; Silva, A. A. G. Bolfe, E. L. Irrigação e drenagem na empresa agrícola: impacto ambiental versus sustentabilidade. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 418 p.

Barreto, P. N.; Silva R. B. C.; Souza, W. S.; Costa, G. B.; Nunes, H. G. G. C.; Sousa, B. S. B. Análise do balanço hídrico durante eventos extremos para áreas de floresta tropical de terra firme da Amazônia Oriental. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2009, Belo Horizonte. AnaisBelo Horizonte. CD.

Carvalho, D. M.; Costa, J. E.A Intervenção do Estado em Infraestrutura e o Processo de Circulação de Hortifrutigranjeiro em Itabaiana/SE. Scientia Plena, v.6, n.3, 2010.

Carvalho, S. M., Stipp, N. A. F. Contribuição ao Estudo do Balanço Hídrico no Estado do Paraná: Uma Proposta de Classificação Qualitativa. Geografia, Londrina, v.13, n.1, JAN./JUN. 2004.

Lima, F. B.; Santos, G. O. Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. 2009. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.

Reichardt, K. A água em sistemas agrícolas. Barueri (SP): Manole, 1990.

Rolim, G. S.; Sentelhas, P. C. Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955). Piracicaba. ESALQ. 1999. CD-ROM.

Sentelhas, P. C., Pereira, A. R., Angelocci, L.R. Meteorologia Agrícola. Piracicaba–SP. Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências Exatas, fevereiro, 1999.p 46-70.

Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. **The water balance**.Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CLIMATOLOGIA DA PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE CABACEIRAS, PB. PERÍODO: 1926-2011

Camilla Kassar Borges[1], Raimundo Mainar de Medeiros[2], Virginia Mirtes de Alcantra da Silva[3], Alexandra Lima Tavares[4] & Francisco Paulo Roberto Megna[5]

Resumo: Este estudo, caracterizou a variabilidade da precipitação no município de Cabaceiras, PB, que contribuirá com o planejamento e distribuição da da captação de água de chuva. Os dados utilizados foram obtidos de uma série histórica de dados de precipitações mensais, para o período de 1926 a 2011 (86 anos), fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). O município de Cabaceiras, apresenta uma área de 400,22 km², segundo as coordenadas 7⁰ 18' 36" e 7⁰ 35' 50" S e 36⁰ 12' 24" e 36⁰ 25' 36" W. No diagnóstico dos dados foram utilizados totais mensais e anuais, as médias mensais e anuais do período, e os valores máximos e mínimos absolutos da série histórica. Os resultados mostraram que os meses de setembro a dezembro possuem precipitação abaixo da média, seus índices entre 3,4 a 9,3 mm, com uma média anual de 336,6 mm de 86 anos de observações.

Palavras-chaves: Precipitação, eventos extremos, variabilidade.

INTRODUÇÃO

O município de Cabaceiras localizado no estado da Paraíba (região nordeste brasileiro) apresenta uma área de 400,22 km², encontra-se entre os paralelos 7⁰ 18' 36" e 7⁰ 35' 50" de latitude sul e entre os meridianos de 36⁰ 12' 24" e 36⁰ 25' 36" de longitude oeste. Está inserido na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESA, 2011). De acordo com a classificação de Köppen o clima da área de estudo é considerado do tipo Bsh - Semiárido Quente, precipitação predominantemente abaixo de 400 mm/ano, e temperatura média de 24,0ºC, mais amena devido o efeito da altitude de 400 metros. As chuvas da região sofrem influência das massas de ar Atlânticas de Sudeste e do Norte (Francisco, 2010). Além de possuir uma distribuição pluviométrica anual muito irregular (336,6 mm) e com umidade relativa média do ar de 64,1%.

A variabilidade climática de uma região exerce importante influência nas diversas atividades socioeconômicas, especialmente na produção agrícola. Sendo o clima constituído de um conjunto de elementos integrados, determinante para a vida, este adquire relevância, visto que sua configuração pode facilitar ou dificultar a fixação do homem e o desenvolvimento de suas atividades nas diversas regiões do planeta. Dentre os elementos climáticos, a precipitação tem papel preponderante no desenvolvimento das atividades humanas, produzindo resultados na economia (SLEIMAN, 2008).

Em regiões semiáridas, como o Nordeste do Brasil, o monitoramento da precipitação, principalmente durante o período chuvoso é muito importante para tomada de decisões que possam trazer benefício para população. Atualmente, um bom monitoramento da precipitação pluviométrica é uma ferramenta indispensável na mitigação de secas e enchentes (PAULA et al. 2010). Dentre os elementos do clima, a precipitação é o que mais influencia na produtividade agrícola (ORTOLANI & CAMARGO, 1987), especialmente nas regiões tropicais onde o regime de chuvas é caracterizado por eventos de curta

[1] Mestranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande – PB. 58.429.900. Fone: (83) 2101-1400. E-mail: camilakassar@gmail.com
[2] Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: mainarmedeiros@gmail.com
[3] Bióloga, Pós – Graduanda em Geobiência e Recursos Hídricos no Semi-árido-UEPB. E-mail: Virginia.mirtes@ig.com.br
[4] Doutoranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: ale.meteoro@gmail.com
[5] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: paulomegna@gmail.com

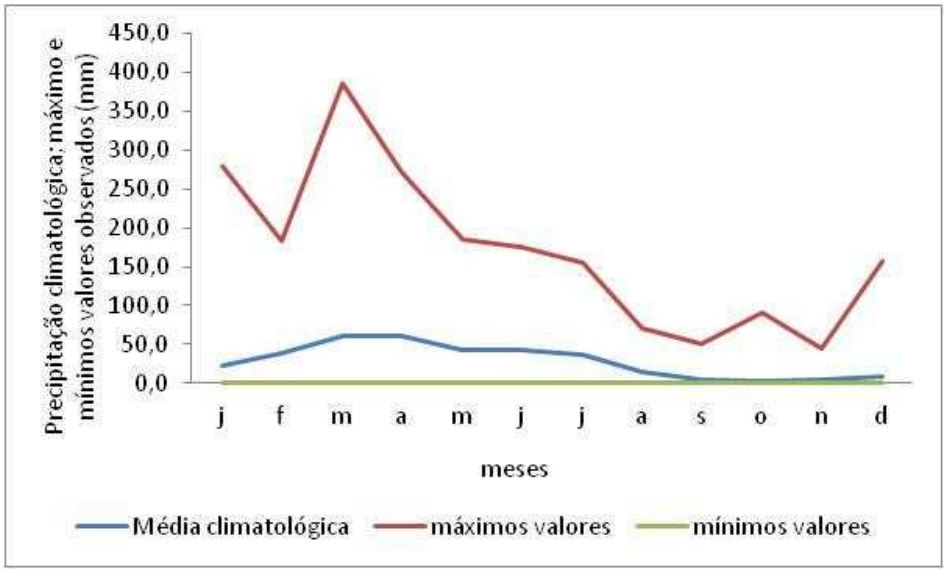
duração e alta intensidade (Santana et al. 2007). Por ser um elemento essencial na classificação climática de regiões tropicais, a precipitação e sua variabilidade associada a outros elementos do clima, provoca uma flutuação no comportamento geral dos climas locais. O monitoramento do regime pluviométrico da região nos últimos anos tem mostrado que a escassez de recursos hídricos acentua os problemas sócio-econômicos, em particular ao final de cada ano, com os totais pluviométricos em torno ou abaixo da média da região (Marengo e Silva Dias, 2006). Dessa forma, o objetivo foi realizar uma análise climatológica da precipitação do Município de Cabaceiras, PB, utilizando-se a série histórica de 1926 a 2011, que possivelmente contribuirá nas decisões de setores como a economia e agricultura do município.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados nesta pesquisa foram obtidos de uma série histórica de 86 anos (1926 a 2011) dados de precipitações mensais para o período de 1926 a 2011,fornecido pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). O município de Cabaceiras localizado no estado da Paraíba apresenta uma área de 400,22 km². Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos $7^0$18' 36" e $7^0$35'50" de latitude sul entre os meridianos de $36^0$12'24" e $36^0$25'36" de longitude oeste. Está inserido na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESA, 2011). Foram utilizados os seguintes dados de precipitação pluviométrica: totais mensais médios anuais de pluviometria; valores máximos e mínimos no período de 1926 a 2011 (86 anos). Foram desconsiderados como valores mínimos os totais mensais iguais à zero, considerando-se apenas aqueles que se encontravam no intervalo de 5 a 10 mm. Para análise dos dados foi utilizado o programa da Microsoft® Office Excel (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, pode-se observar o comportamento da precipitação em termos de médias mensais históricas e os valores máximos absolutos e mínimos absolutos ocorridos em Cabaceiras, PB no período 1926-2011. Observa-se que a média dos totais mensais de chuva variou entre 3,4 mm em outubro e 60,2 mm no mês de



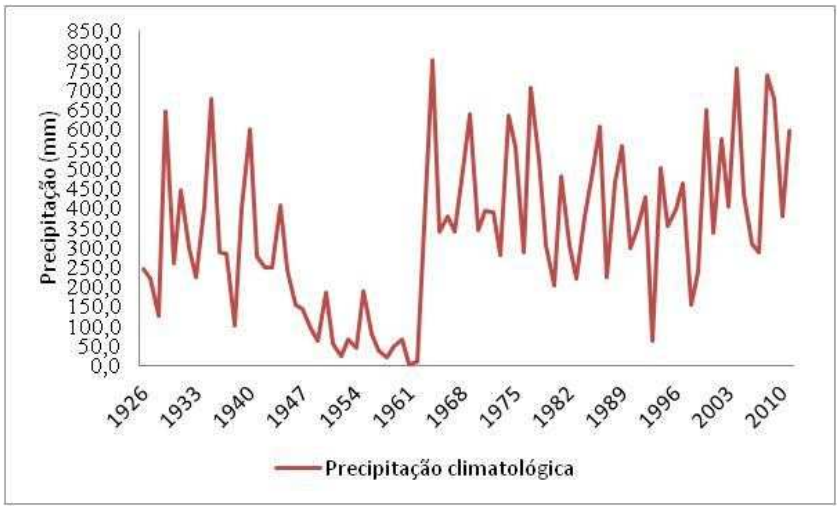
Fonte: AESA

Figura 1. Precipitação pluviométrica histórica mensal e os máximos e mínimos valores ocorridos em Cabaceiras, PB no período 1926-2011

abril. O quadrimestre mais chuvoso são os meses de março (59,8 mm) abril (60,2 mm) maio (42,3 mm) e junho (43,5 mm), os meses menos chuvosos são de setembro a dezembro com variações nos índices pluviométricos de 3,4 a 9,3 mm. Os valores mínimos absolutos de chuvas ocorridos e registrados foram os anos de 1961 e 1962 com 3,6 mm e 10,7 mm respectivamente. Os valores máximos absolutos de ocorrências de chuvas registrados na área de estudos foi a do ano de 1964 com 775,5 mm, os valores absolutos máximos registrados oscilam entre 45,0 mm a 386,0 mm, demonstrando com isto a variabilidade espacial e temporal com grande irregularidades.

O período chuvoso inicia-se no mês de janeiro com chuva de pré-estação e prolonga-se até o mês de julho, o que se destaca é a frequência de irregularidade nas distribuições dos índices pluviométricos entre meses e anos.

Na Figura 2, observa-se a variação dos totais anuais das chuvas climatológicas para o período de 1926-2011, onde se pode constatar que a média anual histórica é de 336,6 mm com 86 anos de observações. Durante o período analisado ocorreu grande variabilidade dos totais anuais de chuva podendo esta variabilidade ser observada como nos anos de 1961 (3,6 mm) e 1962 (10,7 mm) e o ano de 1964 (775,5 mm) onde apresentaram os menores e maiores índices pluviométricos. O município de cabaceira apresenta uma série de quarenta e dois anos com precipitações abaixo da media histórica e quarenta e quatro anos com índices pluviométricos acima da média.



Fonte: AESA

Figura 2. Precipitação pluviométrica anual em Cabaceiras, PB no período de 1926 a 2011

CONCLUSÕES

No município de Cabaceiras, PB, a precipitação pluviométrica mensal é bastante variável na sua distribuição espacial e temporal ao longo dos anos. O quadrimestre mais chuvoso são os meses de março, abril, maio e junho com totais mensais médios oscilando entre 43,5 a 60,2 mm.

Os meses de setembro a dezembro considerados os mais secos seus índices pluviométricos oscilam entre 3,4 a 9,3 mm, apresentando uma média anual de 336,6 mm com 86 anos de observações.

Durante os 86 anos estudados os totais anuais extremos de precipitação pluviométrica foram registrados nos anos de 1964 no qual choveu 775,5 mm e os anos de 1961 e 1962 quando o total anual registrado foi de 3,6 e 10,7 mm respectivamente.

A análise da variabilidade espacial e temporal das chuvas proporciona informações de como o homem rural e urbano deverá estabelecer medidas para captura de águas de chuvas e seu armazenamento usando o período mais chuvoso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2011. Disponível em <http://geo.aesa.pb.gov.br>. Acesso: 20 de outubro de 2011.

Sobrinho, J. E., Pereira, V. C., Oliveira, A D., Santos, W. O., Silva, N. K. C., Maniçoba, R. M. Climatologia da precipitação no município de Mossoró-RN. Período: 1900-2010. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia-18 a 21 de julho de 2011. CD-ROM.

Marengo, J., Silva Dias, P.,: Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. Capitulo 3 em Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação, 2006, pp.63-109, Eds. A. Rebouças, B., Braga e J. Tundisi. Editoras Escrituras, SP.

OrtolanI, A. A.; Camargo, M. B. P. Influência dos fatores climáticos na produção. Ecofisiologia da Produção Agrícola. Piracicaba: Potafos, 249 p., 1987.

Paula, R. K. de; Brito, J. I. B. de; Braga, C. C. Utilização da análise de componentes principais para verificação da variabilidade de chuvas em Pernambuco. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais... Belém do Pará, PA. 2010, CD Rom.

Santana, M. O., Sediyama, G. C., Ribeiro, A., Silva, D. D. da. Caracterização da estação chuvosa para o estado de Minas Gerais. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.15, n.1, p.114-120, 2007.

Sleiman, J, Silva, M. E. S. A Climatologia de Precipitação e a Ocorrência de Veranicos na Porção Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. SIMPGEO/SP, Rio Claro, 2008.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DA EROSIVIDADE DA CHUVA NO MUNICÍPIO DE CABACEIRAS VISANDO À CAPTAÇÃO PLUVIAL

Virginia Mirtes de Alcântara Silva[1], Raimundo Mainar de Medeiros[2], Paulo Roberto Megna Francisco[3], Alexandra Lima Tavares[2], Maria da Conceição Marcelino Patrício[4] & Camilla Kassar Borges[5]

Resumo: O processo erosivo e sua intensidade dependem das condições climáticas da região, dos fatores relacionados à topografia, da cobertura do solo e às propriedades do mesmo. Neste trabalho, buscou-se estudar o índice de erosividade da chuva no período de 1926-2011 no município de Cabaceiras visando o melhor manejo do solo para a captação de águas pluviais.Utilizando a planilha do Excel calculou-se a média mensal da erosividade pela proposta por Wischmeier & Smith edeterminou os valores médios de precipitação no período.Pelos resultados obtidos observou-se que os maiores índices de erosividade foram encontrados no períodode abril de 507,1 MJ.mm.ha^{-1}.ano^{-1} coincidindo com o mês mais chuvoso com 60,2 mm.Os menores índices de erosividade foram encontrados no períodode outubrode 3,9 MJ.mm.ha^{-1}.ano^{-1} sendo este o mês de menor precipitação com 3,9 mm.

Palavras-chave: erosão, chuvas, semiárido.

INTRODUÇÃO

A chuva é o principal agente de desgaste dos solos, em particular, nas regiões tropicais onde ocorrem em maior volume e intensidade.O processo erosivo e sua intensidade dependem das condições climáticas da região, dos fatores relacionados à topografia, da cobertura do solo e às propriedades do mesmo (Gonçalves, 2002) e a erosividade da chuva é em função da quantidade, intensidade e duração da mesma (Lemos & Bahia, 1992).

A necessidade de obter uma metodologia capaz de avaliar os fatores que causam a erosão hídrica e de estimar perdas anuais de solo resultou no desenvolvimento da Equação Universal de Perdas de Solo estimada por Wischmeier & Smith (1958, 1971,1978). Esta equação é considerada um

bom instrumento na previsão das perdas de solo, exigindo um número de informações relativamente pequenas quando comparado aos modelos mais complexos. No entanto, para sua utilização, é necessário o levantamento de vários fatores dentre eles a erosividade das chuvas (R).

Portanto, neste trabalho, buscou-se estudar o índice de erosividade da chuva no período de 1926-2011, visando o melhor manejo do solo para a captação de águas pluviais em Cabaceiras, PB.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Cabaceiras localizado no estado da Paraíba apresenta uma área de 400,22 km². Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 7^{0}18’ 36” e 7^{0}35’50” de latitude sul e entre os meridianos de 36^{0}12’24” e 36^{0}25’36” de longitude oeste. Está inserido na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESA, 2011).

[1] Bióloga, Pós-Graduanda em Geoambiencia eRecursos Hídricos do Semiárido, UEPB, virginia.mirtes@ig.com.br
[2] Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, mainarmedeiros@gmail.com; ale.meteoro@gmail.com
[3] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, paulomegna@ig.com.br
[4] Mestranda em Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande,PB, ceicca@gmail.com
[5] Mestranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, camillakassar@gmail.com

De acordo com a classificação de Köppen o clima da área de estudo é considerado do tipo Bsh - Semiárido quente, precipitação predominantemente, abaixo de 600 mm.ano^{-1}, e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude (400 m a 700 m). As chuvas da região sofrem influência das massas Atlânticas de sudeste e do norte (Francisco, 2010).

Na área de estudoconforme PARAÍBA (2006) são encontrados basicamente o Luvissolo Crômico órtico típico, oNeossolo Litólico Eutrófico, o Neossolo Flúvico Ta eutrófico solódico e o Vertissolo Cromado Órtico típico (Figura 1).

Figura 1. Mapa de solos do município de Cabaceiras. Fonte: Adaptado de PARAÍBA (2006)

A área de estudo compreende em grande parte, a área da bacia de contribuição do açude de Boqueirão, que apresenta a montante, duas bacias contribuintes, a do Alto Paraíba e a do rio Taperoá. É uma área aberta, sobre o planalto, com relevo suave ondulado, altitude variando em grande parte entre 400 m a 600 m, e drenagem voltada para o leste, o que facilita a penetração uniforme das massas atlânticas de sudeste, propiciando temperaturas amenas (<26^{0}C), e uma maior amplitude térmica diária. Nas áreas com relevo mais deprimido a precipitação média anual é inferior a 400 mm, aumentando com a altitude no sentido dos divisores da drenagem. Os solos mais representativos é o Luvissolo Crômico Vértico fase pedregosa relevo suave ondulado, predominante em grande parte da região; os Vertissolos relevo suave ondulado e ondulado predominam nas partes mais baixa, no entorno do açude de Boqueirão e os Planossolos Nátricos relevo plano e suave ondulado, ao norte. Nas áreas mais acidentadas, ocorrem os Neossolos Litólicos Eutróficos fase pedregosa substrato gnaisse e granito. Em toda a área, a vegetação é do tipo caatinga hiperxerófila. É uma região tradicionalmente pastoril, onde tem predominando a criação de caprinose cultiva palma e culturas alimentares (Francisco, 2010).

Conforme Cavalcante et al. (2005) estes apresentam reduzida profundidade, são muito susceptíveis à à erosão e ressalta que o controle da erosão deve ser muito intenso.

Para realização deste trabalho os dados utilizados compreenderam as séries dos anos de 1926 a 2011. Os valores pluviométricos de 86 anos foram adquiridos junto a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). A partir desses dados

utilizando a planilha do Excel calculou-se a média mensal da erosividade pela equação 1 proposta por Wischmeier & Smith (1958; 1971; 1978):

$$EI_{30} = 67{,}355\left(\frac{r^2}{P}\right)e^{0{,}85} \quad (1)$$

Sendo: EI_{30} a média mensal do índice de erosividade das chuvas ($MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}$), r a precipitação média mensal (mm) e p a precipitação média anual (mm).

Após determinou-se os valores médios de precipitação mensal no período.O cálculo desse fator é o somatório dos valores mensais da erosividade, conforme a equação 2:

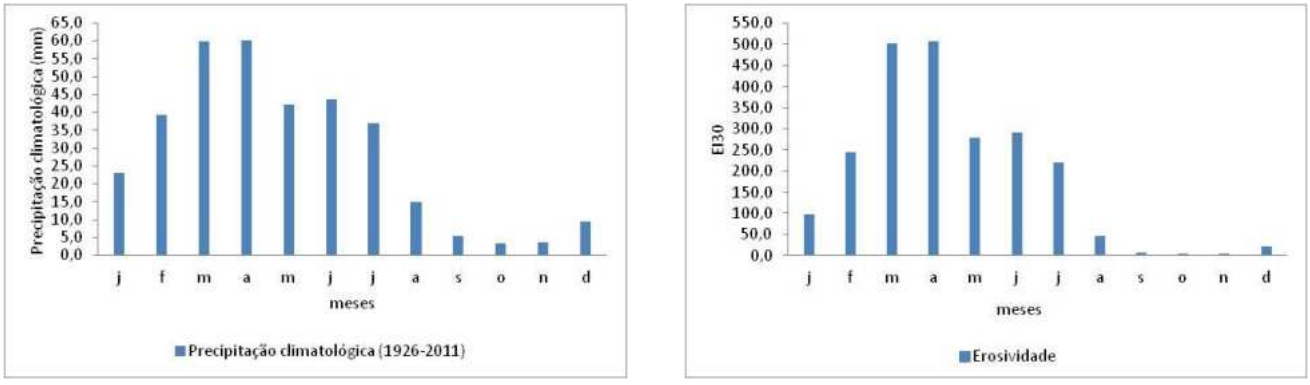
$$R = \sum_{1}^{12} EI_{30} \quad (2)$$

Wischmeier & Smith (1958, 1971,1978) definiram que o produto da energia cinética total pela intensidade máxima em trinta minutos (EI_{30}) é a relação que melhor expressa o potencial da chuva em causar erosão, considerando as fases de impacto das gotas da chuva, a desagregação do solo, a turbulência do fluxo, e o transporte das partículas.Para Barbosa etal.(2000) e Menezes etal.(2011) o fator R (erosividade das chuvas) permite a avaliação do potencial erosivo das precipitações de determinado local, sendo possível conhecer a capacidade e o potencial da chuva em causar erosão no solo, para que assim se faça um manejo adequado e ocupação correta do mesmo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos meses de janeiro a julho observaram-se os maiores índices pluviométricos, os menores índices estão centrados nos meses de agosto a dezembro, que corresponde a 25,23% do total da precipitação ocorrida. Nos meses de janeiro a julho representam 74,77% dos índices pluviométricos, o mês de junho representa 10,94% das chuvas ocorridas. A distribuição da precipitação média histórica das avaliações da erosividade estão demonstradas na Figura 2a. Em regiões tropicais é comum a evento de chuvas erosivas, principalmente no período de ascendente precipitação, podendo chegar a 40% do total anual das chuvas, em regiões de clima temperado, apenas 50% dos índices pluviométricos são consideradas erosivas (Hudson, 1971).

A. B.



Fonte: AESA (2011)

Figura 1. (a) Precipitação média mensal histórica no período de 1926 a 2011; (b) Erosividade média mensal

Os resultados dos cálculos do índice de erosividade estão expostos na Figura 2b na qual observa-se que o mês de máximo valor ocorreu em abril, seguido dos meses de janeiro fevereiro, março, maio, junho e julho. Os meses de agosto a dezembro são os que apresentaram as menores avaliações de erosividade. O valor obtido para a área de estudo apresentou precipitação máxima anual oscilando entre os valores de 3,6 mm (1961) a 775,5 mm (1965), teve-se uma precipitação média histórica de 336,6 mm com 86 anos de observações. O fator R da área em estudo foi de 9.471,3 MJ mm ha^{-1} ano^{-1}e Segundo Silva (2004) a erosividade anual é altamente dependente do total precipitado.

Os índices de erosividade apresentados na Figura 1b basicamente seguem o critério da precipitação com os seus valores de altos e baixos índices, comprovando deste modo o que foi proposto por Lemos & Bahia (1992).

CONCLUSÕES

Os maiores índices de erosividade foram encontrados no períodode abril (507,1 MJ.mm.ha^{-1}.ano^{-1}) coincidindo com o mês mais chuvoso (60,2 mm).

Os menores índices de erosividade foram encontrados no períodode outubro(3,9 MJ.mm.ha^{-1}.ano^{-1}) sendo este o mês de menor precipitação (3,9 mm).

A área de estudo é considerada de moderada a alta erosividade

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2011.

Barbosa, G. S.; Iost, C.; SchiessL, M. A.; Maciel, G, F. Estimativa da erosividade da chuva (R) na Bacia Hidrográfica do rio Manoel Alves Grande localizado no cerrado tocantinense. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 16. Anais...Belém, 2000.

Francisco, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

Gonçalves, J. L. de M.; Stape, J. L; Wichert, M. C. P.; Gava, J. Manejo de resíduos vegetais e preparo do solo. Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF). Cap. 3, p.133-204, Piracicaba, S. Paulo, 2002.

Hudson, N. Soil conservation. 2ed. Ithaca, Cornell University Press, 1971. 320p.

Lemos, M. do S.S.; Bahia, V.G. Erosividade da chuva. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.16, n.176, p.25-31, 1992.

Silva, A.M. Rainfall erosivity map for Brazil. Catena, v.57, p.251- 259, 2004.

Menezes, M. D.; Leite, F. P. Avaliação e espacialização da erosividade da chuva no Vale do Rio Doce, região centro-leste de Minas Gerais. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p.1029 - 1039, 2011.

PARAÍBA. Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas. Governo do Estado da Paraíba; Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, SECTMA; Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. Brasília, DF: Consórcio TC/BR – Concremat, 112p.2006.

Wischmeier, W. H.; Johnson, C. B.; Cross, B. V. A soil erodibility nomograph for farmaland and construction sites. Journal of Soil and Water Conservation, Ankeny, n.26, p.189-193, 1971.

WIschmeier, W. H.; Smith, D. D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. Transactions of the American Geophysical Union, Washington, v.39, n.2, p.285-291, 1958.

Wischmeier, W. H.; Smith, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington: USDA, 1978. 58p.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CAPTAÇÃO DE ÁGUA EM INSTALAÇÕES PREDIAIS: SEDE DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL LAGOA BONITA- INSA/MCTI

Renato Lima Ramos[1], José Alberto Ferreira Cardoso[2], Fernando Antonio Melo da Costa[3], José Amilton Santos Júnior[4] & Vera Lúcia Antunes de Lima[5]

Resumo: É notório que a demanda por água potável eleva-se a cada dia, seja pelo aumento da população, ou em decorrência dos crescentes índices de poluição das fontes hídricas. Este trabalho teve como objetivo, avaliar o potencial de captação pluvial na Sede da Estação Experimental Lagoa Bonita – INSA/MCTI, e propor ações com vistas à redução dos custos com o serviço de abastecimento publico**.** Foi determinado o potencial de captação de 6 edificações que compõem a Sede, e comparando-o com o volume consumido no período 2008/2010, indicou-se a implantação de um sistema de captação de água da chuva. Ao final do estudo foi constatado que a economia com a compra de água gerada pelo sistema é de R$ 2247,50 por ano. Concluiu-se que o investimento feito na implantação do sistema será ressarcido em 3 anos e 2 meses .

Palavras-chave: Captação de águas pluviais, economia, semiárido brasileiro

INTRODUÇÃO

Segundo a ONU, 97,3% da água no mundo é de mares e oceanos, 2,34% são águas em forma de gelo ou localizadas nos lençóis freáticos profundos e 0,36% são de águas de rios, lagos e pântanos (Machado et al, 2004). Verifica-se que há partes da Terra com falta crônica desse precioso líquido. O Brasil tem cerca de 12% de toda água doce existente na Terra, mas ela está mal distribuída (Nogueira, 2003).

O semi-árido brasileiro abrange cerca de 900 mil km², sua precipitação varia entre 400 mm e 800 mm anuais. Cerca de 46% da população nordestina vive no campo,sob grande vulnerabilidade social. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Semi-Árido (CPATSA/Embrapa), 60 dias após o término das chuvas, 550 mil dos 2,6 milhões de estabelecimentos rurais da região ficam sem água para consumo humano e dessedentação animal (Martins, 2008). Segundo Cavalcanti (2001), a quantidade de chuva sobre o semiárido nordestino é de aproximadamente 700 bilhões de metros cúbicos por ano. Parte dessa chuva não é aproveitada em todo o seu potencial, pois, 36 bilhões de metros cúbicos se perdem pelo escoamento superficial (Uso Sustentável da Água, 2010).

É atual, o estudo do potencial de uso de água da chuva para descarga em vaso sanitário, rega de jardim e irrigação, em geral, atividades que não exijam água potável (Recriar, 2010). Antes do desenvolvimento dos grandes sistemas centralizados de fornecimento de água era comum que a água da chuva fosse coletada através de telhados e armazenada em tanques no próprio local de utilização (Eco-Sistema, 2010).

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho consistiu em avaliar o potencial de captação pluvial na Sede da Estação Experimental Lagoa Bonita – INSA, e propor ações com vistas à redução dos custos com o serviço de abastecimento hídrico**.**

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na sede da Estação Experimental de Lagoa Bonita (Figura1). Esta pertence ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA), e está situada sob as coordenadas 7º15'13"S e 35º56'40"W com

[1] Eng. Agríc., Mestrando em Engenharia de Água e Solo, UNIVASF-Campus Juazeiro. Av. Antônio Carlos Magalhães, 510 - Santo Antônio, CEP: 48902-300 . Fone: (083- 99456153). E-mail: rlima15@yahoo.com.br
[2] Eng. Agríc. Mestrando em Engenharia de Água e Solo, UNIVASF-Campus Juazeiro
[3] Eng. Agríc.,UFCG
[4] Eng. Agríc., Doutorando em Irrigação e Drenagem, UFCG
[5] Profa. Dra., Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG

altitude média de 504 metros. Encontra-se no Sitio Lucas, na zona oeste da cidade de Campina Grande-PB, localizada no Agreste paraibano, na parte oriental do Planalto da Borborema, na Serra do Boturité/Bacamarte, que se estende do Piauí até a Bahia (INSA, 2010).

A Estação Experimental Lagoa bonita está contida dentro da área delimitada pelo Bioma Caatinga, que apresenta vegetação com características xerofíticas (formações vegetais secas e com grande quantidade de espinhos). Possui sala de computação, laboratório, estação meteorológica, setor de apicultura, meliponicultura e bovinocultura, viveiros de mudas e plantas medicinais, com a finalidade de atender pesquisadores, professores e estudantes de pós-graduação das áreas de Medicina veterinária, Agronomia, Engenharia agrícola, Biologia, e outros, que desenvolvam estudos e pesquisas sobre o semiarido brasileiro (INSA, 2010). Segundo o Ministério da Integração Nacional (2005), o clima do município de Campina Grande é classificado como semiárido, com temperaturas máximas de 30° C nos dias mais quentes de verão e 20 ° C em dias de inverno, e mínimas ficam em torno de 20° C nos dias mais quentes de verão e 13 ° C nas noites mais frias de inverno. Umidade relativa entre 75 e 82 %, com período de chuva de maio até agosto.

Obteve-se as dimensões de 6 edificações da Estação Experimental de Lagoa Bonita, que posteriormente serão destinadas a captação de água. Considerando o modelo de cada telhado e suas respectivas inclinações, fez-se o cálculo da área de cobertura real de cada estrutura. Os dados pluviométricos foram obtidos no banco de dados da estação meteorológica existente na própria Estação Experimental, e são referentes aos anos de 2008, 2009 e 2010, e foram utilizados para que fosse determinado o volume captado pelas áreas de cobertura. Por meio do banco de dados da Estação Experimental, teve-se acesso ao histórico do consumo de água dos últimos 3 anos (2008, 2009 e 2010). Este propiciou uma comparação entre a demanda e o potencial de captação pluvial das edificações.

Foi quantificado o volume que cada edificação pode captar (equação1), para que posteriormente, fossem determinadas as dimensões dos reservatórios necessários à sede. Neste calculo, foi utilizado o coeficiente de Runoff para telhas cerâmicas correspondente a 0,8. Este indica a porcentagem de água referente a perdas devido à limpeza, perda por evaporação e descarte (Faria & Silveira, 2007).

$$V = R.P.At/1000$$

Sendo:

V - volume captado por cada edificação (m^3)
R - coeficiente de runoff
At - área do telhado (m^2)
P - precipitação (mm)

Fez-se um levantamento dos reservatórios existentes na área de estudo. Considerando a captação mensal de água, a demanda de água e disposição das edificações, foi analisada a necessidade de construção de um ou mais reservatórios. Indicou-se a estrutura necessária para captação. Fez-se o orçamento referente ao sistema de captação. Com esses dados e com os referentes aos gastos com a compra de água, analisou-se a viabilidade econômica dos sistema de captação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o modelo de cada telhado e considerando suas inclinações, obteve-se a área de cobertura de cada edificação (Tabela 1). Observa-se que a área total de captação corresponde a 548,5 m^2

Ao ser determinada a média de precipitação dos anos já citados, nota-se que o período de março a julho é o que contem os maiores índices, variando de 146 mm a 73,8 mm. Outubro é o mês com menor precipitação e a média anual é de 637,3 mm (Tabela 2).

Tabela 1. Área de cobertura real de cada edificação

Edificação	Área real (m²)
Casa sede	306,8
Garagem 1	55,2
Garagem 2	54,4
Churrasqueira	26,2
Almoxarifado	69,7
Laboratório	32,2
Total	548,5

Tabela 2. Precipitação (mm) mensal média de 3 anos (2008, 2009 e 2010) coletados na estação meteorológica da Estação Experimental

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
46,6	31,7	146	84,8	72,7	91,7	73,8	57	15	0,7	2,4	14,2	637,3

No banco de dados da Sede, foi obtido o histórico do consumo de água da Estação, referente à 2008/2010 (Tabela 3). Para que fosse determinado o volume de captação de água das edificações, foi utilizado no calculo o coeficiente de runoff corresponde a 0,8. Este indica que 20% da água captada refere-se a perdas devido a limpeza dos telhados, perdas por evaporação e descarte. Os resultados destes cálculos estão contidos na Tabela 4.

Na demanda de água apresentada na Tabela 3 percebe-se um aumento de 19,8 % no consumo médio quando se compara o primeiro com o terceiro ano, o que é normal, tendo em vista o crescimento da quantidade de pessoas que freqüentam a Sede, aliado ao maior consumo de água na casa vegetação existente na Estação Experimental.

Tabela 3. Consumo de água (m³) da Sede da Estação Experimental Lagoa Bonita- INSA, referente aos anos de 2008, 2009 e 2010

Mês	2008	2009	2010
Jan	186	133	113
Fev	185	131	106
Mar	184	128	280
Abr	183	127	190
Mai	103	301	146
Jun	59	145	158
Jul	150	156	165
Ago	144	164	81
Set	137	170	206
Out	129	126	183
Nov	120	74	258
Dez	123	18	156
Total	1.704	1.672,8	2.042,4
Média do triênio (m³)		1.806,5	
Custo médio do triênio (R$)		14.500,00	

Tabela 4. Volume (m³) mensal captado por cada edificação da Sede da Estação Experimental

Edificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Casa sede	11,4	7,8	35,8	20,8	17,8	22,5	18,1	14,0	3,8	0,2	0,6	3,5
Garagem 1	2,0	1,4	6,4	3,7	3,2	4,0	3,3	2,5	0,7	0,03	0,11	0,6
Garagem 2	2,0	1,4	6,4	3,7	3,2	4,0	3,2	2,5	0,7	0,03	0,10	0,6
Churrasqueira	1,0	0,7	3,1	1,8	1,5	1,9	1,5	1,2	0,3	0,01	0,05	0,3
Laboratório	2,6	1,8	8,1	4,7	4,1	5,1	4,1	3,2	0,9	0,04	0,13	0,8
Almoxarifado	1,3	0,04	4,2	2,5	2,1	2,7	2,1	1,7	0,4	0,02	0,07	0,4
Total mensal	20,4	13,0	64,1	37,2	31,9	40,2	32,4	25,0	6,8	0,3	1,1	6,2
Total Anual						276,7						

Analisando os dados contidos na Tabela 3 e comparando-os com os da Tabela 4, percebe-se que o volume captado não será armazenado, e sim, consumido integralmente dentro do mês. Em março, tem-se a maior captação, sendo de 64,1 m³, enquanto no período de abril a julho existe certa uniformidade nestes volumes. Assim, estes 6 meses são caracterizados como o período ótimo. Neste, a tendência é que ocorra um sensível decréscimo nos custos com a compra de água. No período de setembro a dezembro, ocorre o período critico, já que os volumes médios são os mais baixos, variando de 0,3 m³ a 6,8 m³.

O somatório do volume captado anualmente pelas áreas de cobertura chega a 276,7 m³, comparando este volume com o consumo médio do triênio, percebe-se que esta captação seria suficiente para suprir 15,5 % da demanda média destes 3 anos. No levantamento dos reservatórios, constatou-se que a Sede possui apenas uma cisterna, localizada ao lado da casa sede, e que poderá captar água da garagem 1 e uma caixa d'água para 5 m³ que abastece a casa de vegetação.

Por meio da analise dos volumes mensais captados por cada área de cobertura, e a proximidade entre ambas, indica-se a construção de um reservatório para captar água proveniente da Garagem 2, Churrasqueira e do Laboratório. Na Tabela 5, estão apresentados os volumes que cada edificação capta mensalmente.

Tabela 5. Volume captado (m³)

Edificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Garagem 2	2,0	1,4	6,4	3,7	3,2	4,0	3,2	2,5	0,7	0,03	0,10	0,6
Churrasqueira	1,0	0,7	3,1	1,8	1,5	1,9	1,5	1,2	0,3	0,01	0,05	0,3
Laboratório	2,6	1,8	8,1	4,7	4,1	5,1	4,1	3,2	0,9	0,04	0,13	0,8
Total mensal	5,6	3,9	17,6	10,2	8,8	11,0	8,8	6,9	1,9	0,08	0,28	1,7

Nesta tabela, percebe-se que no período de março a agosto, o pico de volume é de 17,6 m³ e o mínimo é de 6,9 m³. Considerando esta variação e o fato de toda água vir a ser utilizada no mês, indica-se que seja construído um reservatório para 10 m³.

A Tabela 6 contem os dados referentes ao volume captado pela área de cobertura do almoxarifado, para este propõe a utilização de 2 caixas d'água para 250 litros, tendo em vista o seu pico mensal de captação.

Tabela 6. Volume captado pela área de cobertura do almoxarifado

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1,3	0,04	4,2	2,5	2,1	2,7	2,1	1,7	0,4	0,02	0,07	0,4

Para a concepção do sistema de captação e a de água da chuva, serão necessários: 185 metros de calhas; 30 metros de tubo de PVC, que irão direcionar a água para os reservatórios; 4 filtros para retenção de impurezas; 6 desviadores de águas das primeiras chuvas; 36 conexões; a construção de um reservatório para 10 m³; 2 caixas d'água de 0,25 m, 2 bombas, sendo uma para cada cisterna e uma nova caixa d'água para 5 m³,

Tabela 7. Orçamento referente ao sistema de captação de água pluvial

Componente	Unid.	Quant.	Preço unitário (R$)	Preço (R$)
Calha	m	185	9,25	1711,25
Tubo de PVC	m	30	7,20	288,00
Filtro	un	4	25,00	100,00
Desviador	un	6	85,00	510,00
Reservatório para 10m³	un	1	1500,00	1500,00
Caixa d'água para 0,25 m³	un	2	119,00	238,00
Caixa d'água para 5 m³	un	1	1159,00	1159,00
Bomba d'água	un	2	144,90	289,80
Conexões	un	36	1,45	52,20
Mão-de-obra	dia	6	75,00	450,00
Total				6298,25

que abasteça os consumidores por gravidade. Este orçamento foi feito a partir de pesquisas no comercio e com profissionais da construção civil da região de Campina Grande-PB.

O orçamento do sistema de captação representa 43,4 % do custo médio anual do período. O potencial de captação da Sede é equivalente a 15,5% do consumo médio do período já citado, o que representa uma economia de R$ 2247,50 por ano. Conclui-se que em 3 anos e 2 meses a economia com a compra de água será equivalente ao orçamento do sistema.

CONCLUSÕES

A demanda de água cresceu 19,8 % em três anos de atividades da Sede, o que é normal, tendo em vista o crescimento da mesma.

O potencial de captação seria suficiente para suprir 15,5 % da demanda média dos anos de 2008, 2009 e 2010.

A Sede não possui um sistema de captação que aproveite todo o seu potencial, assim, o sistema é dotado de todas as condições para ser implantado, tendo em vista, o retorno financeiro que ele proporcionará.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTI, N. **Avaliação de barreiros e finalidade da água armazenada na região semi-árida da Bahia**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.3, p.568, Campina Grande, 2001.

FARIA, N. O; SILVEIRA, A. **Simulação da operação de reservatórios residenciais de águas pluviais**. Disponível em:<http://www.abrh.org.br/novo/i_simp_rec_hidric_norte_centro_oeste65.pdf>. Acesso em: 01 de set. 2011.

MARTINS, M.L**. Semi-árido, tecnologias sociais e o uso inteligente da água**. Disponível em: <http://www.minasdehistoria.blog.br/2008/09/semi-arido-tecnologias-sociais-e-o-uso-inteligente-da-agua/>. Acesso em: 15 de set.2011

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. ***Nova delimitação do semiárido brasileiro.****Disponívelem:<http://www.integracao.gov.br/desenvolvimentoregional/publicacoes/delimitacao.asp> . Acesso em 25 de jul. 2011.*

NOGUEIRA,P.F. Escassez de água. Disponível em: **<http://www.uniagua.org.br/public_html/website/default.asp?tp=3&pag=reuso.htm>. Acesso em: 13 de ago.2011**

RECRIAR. **Captação de Água de Chuva: História**. Disponível em: <http://www.recriarcomvoce.com.br/blog_recriar/captao-de-gua-de-chuva-histria/>. Acesso em: 25 de ago. 2011.

SANTOS JÚNIOR, J.A; PINTO,T.F. Caracterização geral da estação experimental de LagoaBonita.Disponívelem:<http://www.insa.gov.br/grupodepesquisalavouraxerofila/index.php?option=com_content&view=category&id=62&Itemid=74&lang=PT>. Acesso em: 14 de ago.2011.

USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA. **Técnicas de uso sustentável da água**. Disponível em: <http://ususostentaveldaagua.tripod.com/id1.html>. Acesso em 15 de set. 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Casa eficente: uso racional da água.** Disponível em**: <***www.eletrobras.com/elb/procel/.../FileDownload.EZTSvc.asp?>. Acesso em: 15 de set. 2011.*

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

VARIABILIDADE ANUAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E CONDIÇÕES DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM CABACEIRAS

Virginia Mirtes de Alcântara Silva[1], Raimundo Mainar de Medeiros[2], Alexandra Lima Tavares[3], Camilla Kassar Borges[4], Paulo Roberto Megna Francisco[5] & Maria da Conceição Marcelino Patrício[6]

Resumo: No presente estudo utilizou-se da série de precipitação pluvial do município de Cabaceiras, PB referente ao período de 1912 a 2010. Os dados foram agrupados utilizando-se a distribuição de frequência determinou-se em seguida as medidas de tendência central, dispersão e histogramas, com distribuição de frequência em dez intervalos de classes. Foram determinadas as freqüências de ocorrência do número de anos em cada uma dessas classes em cinco períodos distintos, em ciclos ordenados cronologicamente de 20 em 20 anos, sendo o último de dezenove anos, em intervalos de classes regulares de 100,0 mm. Os resultados demostraram que na série de precipitação estudada tivemos trinta e sete anos com chuvas abaixo da média, quinze anos com chuva entre a normalidade e quarenta e sete anos com chuvas acima da média histórica. Verificou-se que não houve indícios de diminuição de chuva embora exista uma elevada variabilidade espacial e temporal na quantidade de chuva observada, com possibilidade de armazenamento de água em anos com índices pluviométricos abaixo da média climatológica da região.

Palavras-Chave: clima, chuva, distribuição de frequência, períodos.

INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que apresenta maior variabilidade tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual de uma região para outra (Almeida, 2003). Segundo Aragão (1975), a principal razão da existência do semiárido nordestino é a ausência de um mecanismo dinâmico que provoque movimentos ascendentes. Trabalho de modelagem feito por Gomes Filho (1979) mostra que a topografia da região tende a intensificar os movimentos subsidentes sobre esta região, enquanto o albedo diferencial não interferiria nos resultados.

Estudos têm mostrado que a distribuição de frequência tem sido usada para caracterizar o regime pluvial de uma região, embora a distribuição gama incompleta seja o modelo teórico que melhor se ajusta aos dados originais (Reis et al., 1995). De acordo com Assis et al., (1996), um erro muito comum em análise de dados é desprezar as características da distribuição de probabilidade mais adequada para os dados em estudo. Tenenbaum et al. (2005) afirmam que não há indícios de diminuição de chuva em São Raimundo Nonato-PI, embora exista uma elevada variabilidade espacial e temporal na quantidade de chuva observada de um ano para outro, e mesmo assim, podendo ser armazenadas os índices pluviométricos mesmo que o ano seja abaixo da média climatológica da região**.** Melo et al. (2005**),** demonstrou que para o município de União-PI, as condições necessárias para uma eficiente captura e armazenamento de água de chuva mesmo que durante o período estudado tenham sido constatados índices abaixo da média histórica na região do município de Pedro II-PI. Maciel et al. (2010) demonstraram condições necessárias para uma eficiente captura e armazenamento de água de chuva mesmo que durante o período estudado tenham sido constatados índices abaixo da média histórica na região.

[1] Bióloga, Pós-Graduanda em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido – UEPB, virginia.mirtes@ig.com.br
[2] Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, mainarmedeiros@gmail.com
[3] Doutoranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, ale.meteoro@gmail.com
[4] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, paulomegna@ig.com.br
[5] Mestranda em Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB, ceicca@gmail.com
[6] Mestranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, camilakassar@gmail.com

O objetivo do presente trabalho é verificar de forma simples a existência ou não de modificações no padrão de chuva anual no município de Cabaceiras-PB, ao longo dos últimos noventa e oito anos, comparando-se a frequência de ocorrência de totais anuais de chuva em ciclos de 20 em 20 anos, ressaltando-se que o último com dezenove anos. Além de demonstrar se em anos com precipitações anômalas o seu volume precipitado pode ser armazenado e utilizado para consumo e outros benefícios, bem como sua contribuição nos volumes dos rios, lagos, lagoas e riachos da região.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Cabaceiras localizado no estado da Paraíba apresenta uma área de 400,22 km². Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 7⁰18' 36" e 7⁰35'50" de latitude sul e entre os meridianos de 36⁰12'24" e 36⁰25'36" de longitude oeste. Está inserido na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESA, 2011).

De acordo com a classificação de Köppen o clima da área de estudo é considerado do tipo Bsh - Semiárido quente, precipitação predominantemente, abaixo de 600 mm.ano^{-1}, e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude (400 m a 700 m). As chuvas da região sofrem influência das massas Atlânticas de sudeste e do norte (Francisco, 2010).

Os dados mensais e anuais de precipitação pluvial utilizados no presente estudo, referentes ao período de 1912 a 2010, foram coletados no posto pluviométrico do município de Cabaceiras, junto a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA).

Agruparam-se os dados e utilizando-se a distribuição de frequência, ordenando-os, cronologicamente, de forma mensal (soma dos valores diários) e anual (somatório dos totais mensais e anuais). Determinaram-se, em seguida, as medidas de tendência central: média aritmética e mediana e de dispersão amplitude e desvio padrão.

Os dados de chuva anuais foram agrupados em dez intervalos de classes: 0-399, 400-499, 600-799, 800-999, 1000-1199, 1200-1399, 1400-1599, 1600-1799, 1800-1999 mm e maior que 2000 mm, os quais foram determinadas as frequências de ocorrência do número de anos em cada uma dessas classes, em cinco períodos distintos: 1912/1931; 1932/1951; 1952/1971; 1972/1991 e 1992/2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média aritmética anual do período 1912 a 2010 foi de 949,3 mm com desvio padrão de 326,6 mm e com um coeficiente de variância de 0,34%. Constatou-se que existem períodos mais e menos chuvosos, ressaltando-se que o maior índice pluviométrico registrado foi no ano de 1985 com 2.060,8 mm e o ano menos chuvoso foi o de 1960 com 277,3 mm. Entretanto, nos anos de 1912, 1937, 1938, 1958, 1960, 1961 e 1983 os índices pluviométricos flutuaram entre 277,3 a menos de 500,0 mm, e os anos de 1930, 1968, 1974 e 1985 ocorreram chuvas variando acima de 1.500,0 até 2.060,8 mm.

Na Figura 1 observa-se que a frequência de ocorrência de anos com totais abaixo da média foi de sete anos para o período de 1912/1931, como também apresenta uma frequência de doze anos para o intervalo de precipitação acima de 949,3 mm.

Utilizando-se dos mesmos processos na Figura 2 observa-se o intervalo de tempo de 1932-1951, no qual apresentou um equilíbrio de anos secos e chuvosos, perfazendo 10 anos acima e 10 anos abaixo da média, com destaque para os anos de 1937 e 1938 que atingiu o valor anual de 417,6 e 298,5 mm, observar que nas classes de frequências entre 1.400 a maior que 2.000 não ocorreram chuvas neste período estudado.

Figura 1. Histograma e distribuição de frequência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1912 a 1931

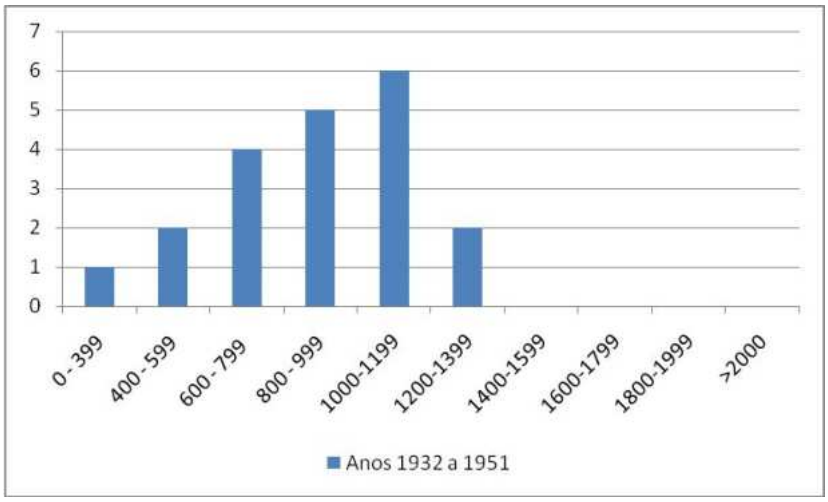


Figura 2. Histograma e distribuição de freqüência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1932 a 1951

Referente ao período 1953 a 1971 (Figura 3) utilizou-se dos mesmos processos já descritos, o qual demonstra uma frequência de 5 anos, para o intervalo de precipitação com índices superiores a 948,3 mm (média histórica). A frequência de precipitação abaixo da média anual histórica é de quinze anos. Destaca-se o ano de 1960 com 277,3 mm de índices pluviométricos ocorridos e o ano de 1968 com um total anual de 1.713,4 mm, sendo considerados anos atípicos devido à variabilidade atmosférica.

Na Figura 4 observamos a frequência de precipitação no intervalo de tempo de 1972 a 1991, perfazendo um intervalo de ciclo em 20 anos, com dez anos de chuvas abaixo e dez anos com chuvas acima da média histórica. A variabilidade dos dez anos com médias pluviométricas abaixo fluíram entre 492,7 a 939,6 mm, enquanto as variabilidades dos índices pluviométricos acima da média histórica oscilaram entre 1.027,0 a 2.060,8 mm.

Na Figura 5 observa-se o ciclo de 1992-2010, totalizando dezenove anos com dados observados, sendo que destes, nove obtiveram chuvas abaixo da normal histórica onde sua flutuação variou de 597,0 a 939,5 mm, ao passo que os dez anos restantes para a complementação do ciclo, os índices pluviométricos fluíram acima da média histórica com oscilação entre 956,0 a 1.451,5 mm. Destaca-se o ano de 2006 como o ano de máximo índice pluviométrico (1.451,5 mm) e o ano 2007 de menor valor pluviométrico, com 597,0 mm.

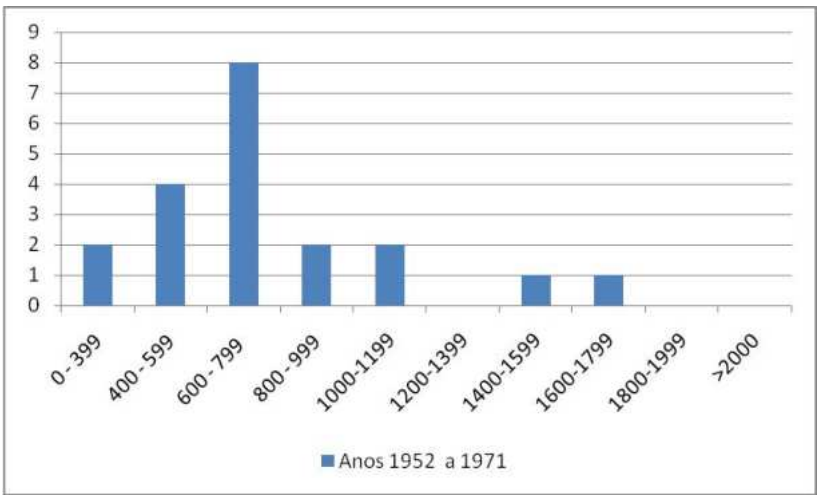


Figura 3. Histograma e distribuição de freqüência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1952 a 1971

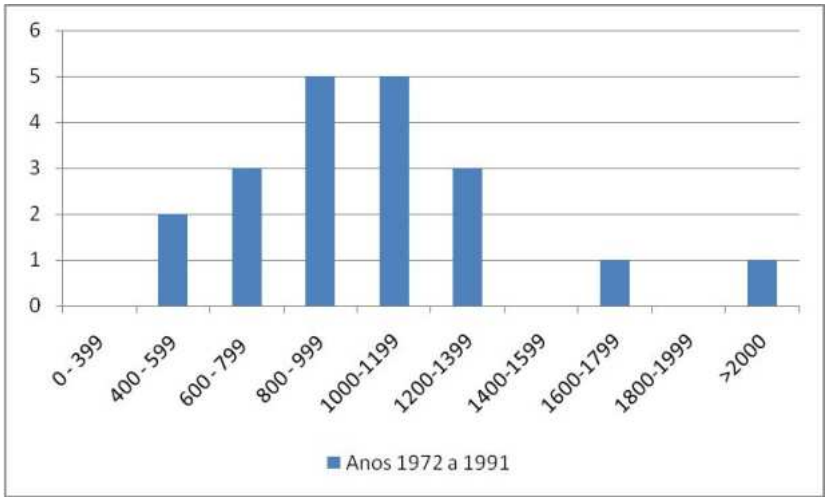


Figura 4. Histograma e distribuição de frequência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1972 a 1991

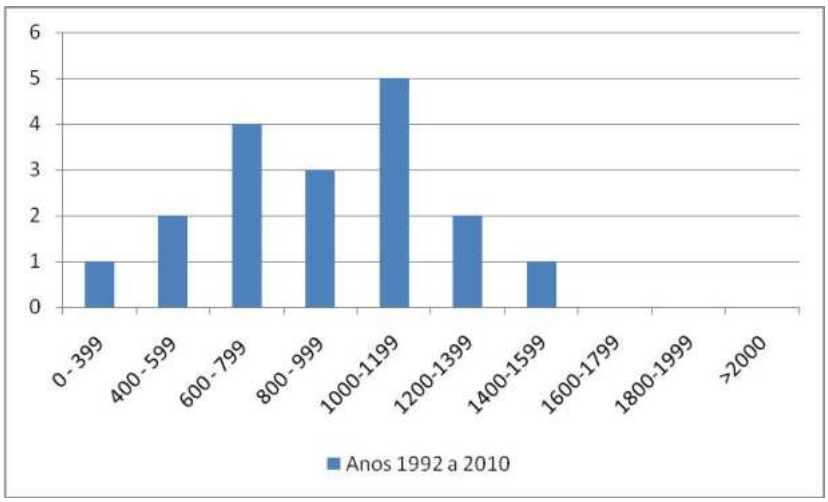


Figura 5. Curva da distribuição dos totais anuais de precipitações e mostra suas variabilidades espacial e temporal nos decorrer dos anos (1992 – 2010)

CONCLUSÃO

Na série de precipitação estudada temos trinta e sete anos com chuvas abaixo da média, quinze anos com chuva entre a normalidade e quarenta e sete anos com chuvas acima da média histórica.

Mesmo com anos abaixo da média histórica (949,3 mm), a captação da água de chuva ainda continua sendo viável e de fácil coleta, o que possibilita o planejamento de construções de reservatórios para o armazenamento da água, ao passo que em anos de precipitações acima da média histórica, os excedentes de água poderiam ser utilizados em outras finalidades, tais como: construções de barragens subterrâneas, médios e pequenos açudes os quais auxiliarão as comunidades na obtenção de água de qualidade, bem como, em terrenos baixios, o aproveitamento da umidade do solo para plantios precoces.

Não há indícios de diminuição de chuva, quando se comparam ciclos de anos com outros, embora exista uma elevada variabilidade espacial e temporal na quantidade de chuva observada de um ano para outro.

As variabilidades acima especificadas não impedem que sejam planejadas e construídas cisternas ou outros meios de armazenamento de água para o consumo humano, vegetal e animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2011.

Almeida, H. A. de. Variabilidade anual da precipitação pluvial em Cabaceiras, PB, In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XIII, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2003, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2003, pp. 835-837.

Aragão, J. O. R. Um estudo das estruturas das perturbações sinóticas do Nordeste do Brasil. (INPE-789-TPT/017), 1975. Dissertação (Mestrado em Meteorologia).

Assis, F. N., Arruda, H. V., Pereira, A. R. Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática. Pelotas, RS, Ed. Universitária/UFPEL, 1996. 161p.

Francisco, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

Gomes Filho, M. F. Um estudo sobre a influência do albedo diferencial e da orografia na circulação atmosférica: uma aplicação para o Nordeste brasileiro. Instituto de Pesquisa Espaciais, INPE-1640-TDL/015, 1979. Dissertação (Mestrado em Meteorologia).

Maciel, A.C, Medeiros, R. Mainar. Prognóstico para armazenamento de águas pluviais de acordo com a variabilidade anual da precipitação pluvial em União, Piauí. V CONNEPI 2010 – Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. Maceió-Alagoas. Novembro, 2010.

Melo L. F. S e Medeiros, R. Mainar. Prognóstico para armazenamento de águas pluviais de acordo com a variabilidade anual da precipitação pluvial em Pedro II, PI. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina – Piauí, de 11 a 14 de julho de 2005. CD-ROM.

Reis, A. S., Lacerda, F. F., Varejão-Silva, M. A. Climatologia do sertão de Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 9, Campina Grande, 1995. Anais, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995pp. 199-201.

Tenenbaum, R. V. O.; Medeiros, R. Mainar Variabilidade anual da precipitação pluvial e condição de armazenamento de água de chuva no município de São Raimundo Nonato, Piauí. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina – Piauí, de 11 a 14 de julho de 2005. CD-ROM.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

VARIABILIDADE INTERANUAL DA PRECIPITAÇÃO E DA TEMPERATURA DO AR EM TERESINA-PI NO PERÍODO DE 1976 A 2010 VISANDO A CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Raimundo Mainar de Medeiros[1], Lucílio José Vieira dos Santos[2],
Paulo Roberto Megna Francisco[3] & Manoel Francisco Gomes Filho[4]

Resumo: O objetivo é avaliar a influencia do fenômeno La Niña no município de Teresina, PI. O comportamento interanual da precipitação pluviométrica e da temperatura do ar durante o período de 1976 a 2010 e sua comparação com os valores mensais e anuais dos anos de 1999, 2000 e 2001 visando à captação de água pluvial. Calcularam-se as médias mensais e anuais da precipitação e temperatura do ar. Com os resultados obtidos, traçaram-se gráficos, definindo assim, a variabilidade interanual da precipitação e temperatura do ar. Foi observada uma média de precipitação total anual de 1.401,1 mm. Constatou-se uma distribuição anual da precipitação pluviométrica com dois períodos distintos, um chuvoso que se estende de janeiro a maio, com valor máximo de 305,8 mm no mês de março e outro período seco que se prolonga do mês de junho até dezembro, com valor mínimo de 9,3 mm no mês de agosto. Observa-se uma grande oscilação mensal de temperatura média do ar, durante o período estudado com magnitudes das médias mensais de até 5,2 ºC. Em anos de La Niña teve-se um excedente pluviométrico acima da normalidade e a regularidade das chuvas foram mais intensas e sua distribuição espacial e temporal bem mais regularizada para a captação e armazenamento de águas pluviais.

Palavras-chave: elementos meteorológicos, precipitação, temperatura, armazenamento.

INTRODUÇÃO

O meio ambiente é organizado por um conjunto natural de componentes bióticos e abióticos em constantes e complexas interações. Nessas relações mútuas, o clima atua principalmente como resultante dessas influências recíprocas.

O clima de toda e qualquer região, situada nas mais diversas latitudes do globo, não se apresenta com as mesmas características em cada ano.

A contínua variação do estado de tempo traz consequentes modificações no meio físico onde se desenvolvem os vegetais e animais, tornando-se assim necessário, para melhor interpretação dos seus efeitos, o estudo dos fenômenos meteorológicos durante os anos e sua relação com as condições climáticas normais.

O clima é um conjunto de elementos físicos, químicos e biológicos que caracterizam a atmosfera de um local e influenciam os seres que nele se encontram (Poncelet apud Pereira et al, 2001). Por isso, é considerado uma das variáveis mais importantes para o ambiente, fazendo-se necessário o estudo dos seus elementos para melhor usufruir dos seus benefícios e controlar seus efeitos.

Nos dias atuais em que temos presenciado a grande ocorrência de eventos atmosféricos extremos, o conhecimento das variáveis meteorológicas é um ato importante para a elaboração de programas preventivos e de combate as graves consequências associada a esses elementos.

Vários estudos e técnicas estão sendo aperfeiçoado utilizado no conhecimento das características da Região Nordeste do Brasil (NEB), pois a distribuição temporal e espacial dos elementos meteorológicos é um dos

[1] Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, mainarmedeiros@gmail.com
[2] Engenheiro Civil, AESA, UFCG, lucilio@aesa.pb.gov.br,
[3] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, paulomegna@gmail.com
[4] Prof. Dr. Associado, UFCG, Campina Grande, mano@dca.ufcg.edu.br

fatores que condicionam o tempo e o clima de uma região, e desta maneira, o estudo dos elementos meteorológicos é de fundamental importância para a sociedade (Oliveira, 2002).

Tem-se como objetivo avaliar o comportamento interanual dos elementos meteorológicos, temperatura média do ar e precipitação pluviométrica, durante o período de 1976 a 2010 no município de Teresina - Piauí.

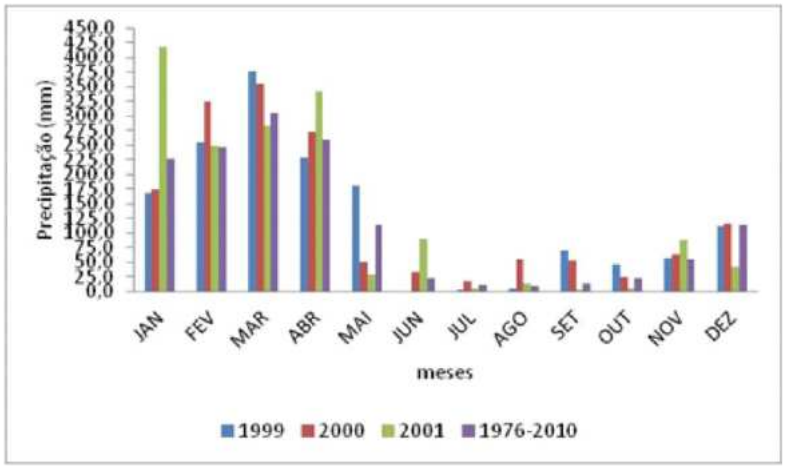
MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de temperatura do ar e precipitação pluviométrica foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, da estação meteorológica localizada na latitude de 05°05'20" sul e longitude de 42°48'07" oeste, com uma altitude de 72 metros ao nível do mar e comparativos com as variações das temperaturas médias mensais do ar e da precipitação total média anual nos anos de 1999, 2000 e 2001 e para o período de 1976 a 2010.

Utilizou-se do programa Excel para calcular as médias mensais e anuais da temperatura do ar e da precipitação pluviométrico. Com os resultados obtidos, plotou-se os gráficos definindo assim, a variabilidade interanual da precipitação e temperatura da área estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 observamos a variação da precipitação média mensal para o município para os anos de 1999 a 2001 e a climatologia dos últimos 34 anos (1976-2010). Verifica-se que nos anos de 1999, 2000 e 2001, comparando-se os índices pluviométricos para os citados anos. Observa-se que o ano de 2001 apresentou os maiores valores pluviométrico (janeiro a abril) com exceção para o mês de março onde apresentou menores valores em ralações aos outros. Durante os anos em estudos predominou as atividades da La Niña, ocasionando índices pluviométricos acima dos valores históricos com exceção o mês de janeiro para os anos de 1999 e 2000 os quais ficaram abaixo da média climatológica.



Fonte: INMET

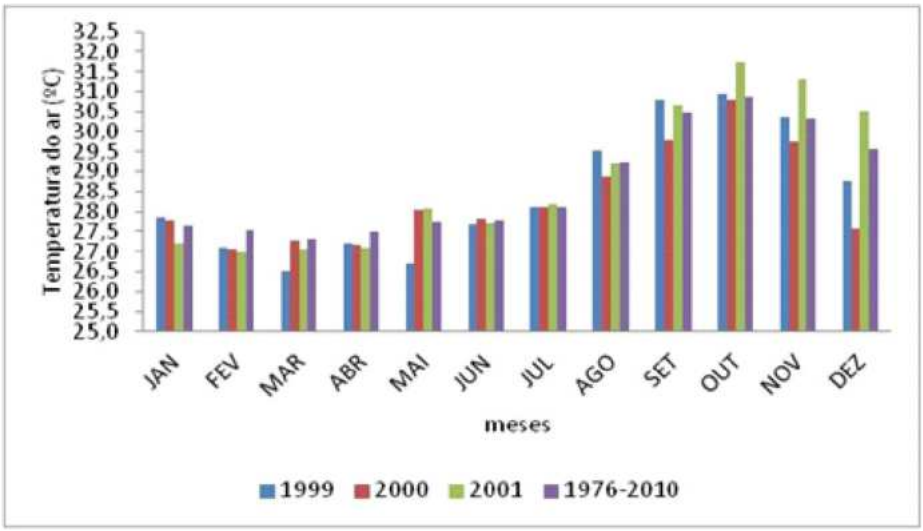
Figura 1. Variação da precipitação total média anual nos anos de 1999, 2000 e 2001 e para o período de 1976 a 2010

Em fevereiro de 2000 se observa o mês com maior índice pluviométrico comparado aos demais, em março de 2001 ocorreu o menor índice pluviométrico, já em abril de 2001 este índice foi bem superior anos estudados.

Em maio de 2000 e 2001 as chuvas ocorridas foram abaixo das normais. Nos meses de junho de 2001, julho e agosto de 2000, as chuvas foram acima do esperado, nos meses de setembro e outubro para o ano de 2001 as chuvas foram abaixo do esperado, em novembro e dezembro de 2001 as chuvas foram acima e abaixo

respectivamente, estas variabilidades foram ocasionadas pela flutuação do centro de alta pressão na posição leste e oeste e a influencia da temperatura do mar que ocasionaram a referida oscilação.

Os referidos anos ocorreram precipitações acima da normalidade em quase todos os meses sendo, portanto os anos com chuvas abundantes e plenas farturas e para a agrícola e a pecuária.



Fonte: INMET

Figura 2. Apresenta os valores da temperatura média mensal do ar ao longo dos anos de 1999 a 2001 e para o período climatológico de 1976 a 2010

O valor da temperatura média anual ao longo dos últimos 34 anos foi de 28,7°C. Essa temperatura média anuais do ar apresentou uma variabilidade significativa, sendo observados valores inferiores para a média anual dos anos 1999 e 2000 em comparação com o ano de 2001, acima da média no caso comparando com a série.

Nos valores mensais médios da temperatura do ar mantiveram-se praticamente constantes com exceção os meses de fevereiro e abril que apresentou valores médios maiores e os meses de maio, setembro, novembro e dezembro ocorreram reduções quando comparados com o da série.

A temperatura média do ano de 1999 oscilou entre 26,5 ºC (março) a 30,9 ºC (outubro) com uma média anual de 28,5ºC. No ano de 2000 a temperatura média flutuou entre 27,1 a 30,8ºC, com uma temperatura média anual de 28,3ºC. Em 2001 a temperatura média anual foi de 28,8ºC e suas oscilações mensais foram de 27,0 a 31,7ºC.

CONCLUSÃO

Teresina apresenta dois períodos bem definidos de precipitação, um que vai de janeiro a maio, chuvoso, e outro de junho a dezembro, seco. Os índices pluviométricos ocorrem com maior frequência entre março, abri e maio; e menor frequência entre os meses de setembro a dezembro. Os anos de 1999, 2000 e 2001 choveram a mais 10,7%; 10,9% e 11,1% em comparação com o do período de 1976 a 2010.

Foi observada grande variação de temperatura média, sendo que a amplitude das médias mensais chegarem a ser 5,2 ºC em alguns meses do ano. Os meses de agosto a novembro são os meses mais quentes do ano, enquanto que, os meses de junho e julho se constituem no período menos quente do ano.

Em anos de La Niña tem-se um excedente pluviométrico acima da normalidade e a regularidade das chuvas são mais intensas e sua distribuição espacial e temporal bem mais regularizada, facilitando deste a uma adequada captação e um armazenamento de água com índices mais significativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Berlato, M. A.; Fontana, D. C. El Niño e La Niña: impacto no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; Aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre. UFRGS. 110 p. 2003.

Sousa, E. S. de; Silva, R. A.; Maciel, G. F.; Nunes, R. G.; Borges, F. W. L. Estudo da variabilidade interanual da temperatura do ar e precipitação pluviométrica na cidade de Palmas – TO no período de 1995 a 2009. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia Guarapari – ES, 2011.

El Niño e La Niña. Disponível em http://enos.cptec.inpe.br/. Acesso em 13 de março de 2011.

Ferreira, A. G. Interpretação de Imagens de Satélites Meteorológicos: Uma visão prática e operacional do Hemisfério Sul. Brasília-DF: INMET, 2002.

Marin, F. R.; Sentelhas, P. C.; Nova, A. V. Influenciam dos fenômenos El Niño e La Niña no clima de Piracicaba, SP. Revista Brasileira de Meteorologia. v.15, n. 1, 123-129, 2000.

Oliveira, M. C. F; et al. Características e tendências climáticas do Estado do Pará, 1971 a 2000. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu-PR, 2002.

Pereira, A. R.; Angeloccil, L. R.; Sentelhas, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária. 2001.

Silva, L. C.; Pinto, L. B.; Bobadilho, R.; Franco, G. B. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña na precipitação e temperatura do Rio Grande –RS. XVI Congresso de Iniciação Científica. Pelotas: UFPR, 2007.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA COLETADA EM UM SISTEMA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB: COMPARATIVO COM DIVERSOS PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA

Ysa Helena Diniz Morais de Luna[1], Gilson Barbosa Athayde Junior[2],
Natália Cibely Bezerra Santana[3] & Romildo Henriques dos Anjos Júnior[4]

Resumo: Tendo em vista a problemática relacionada à disponibilidade de água no planeta e da poluição dos recursos hídricos, a captação da água de chuva surge como alternativa sustentável para suprir a demanda de água. Com o objetivo de investigar a qualidade da água em João Pessoa, foi instalado um sistema de captação de água pluvial em dois pontos, a saber: diretamente da atmosfera, sem escoar pela superfície de capitação (P_{ATM}) e em um reservatório (P_{R2}), após o escoamento pelo telhado e passando por um filtro de areia. Os parâmetros de qualidade de água analisados foram: pH, cor, turbidez, dureza, cloretos, nitrato, amônia, sólidos totais dissolvidos, DBO_5, coliformes totais e coliformes termotolerantes. Em diversos eventos chuvosos foram efetuadas coletas e a partir das análises laboratoriais foi feita a comparação dos dados com padrões permitidos por diversos regulamentos, conforme os usos da água. Verificou-se que a água de chuva apresenta-se como de boa qualidade nos dois pontos de coleta (P_{ATM} e P_{R2}) quanto aos parâmetros físico-químicos, no entanto as análises microbiológicas apontaram a existência de microorganismos, o que demonstra a necessidade, dependendo do uso a que se destinará, de uma desinfecção antes de sua utilização.

Palavras-chave: Água de Chuva, Qualidade da Água, Usos da Água.

INTRODUÇÃO

A água de boa qualidade é um recurso que se torna cada vez mais escasso e valioso, de modo que seu uso deve ser racional, evitando-se a utilização de água de excelente qualidade, como por exemplo, a potável, em atividades que não necessitem deste padrão de qualidade, como descargas de bacia sanitária, rega de jardim, lavagem de carros e pisos, dentre outras.

O aproveitamento de água de chuva em residências é uma alternativa que ganha espaço na atualidade. Devido ao processo de destilação natural pelo qual passa no ciclo hidrológico, ao condensar-se, a água pluvial apresenta-se com uma qualidade muito boa. No entanto, sua composição pode ser alterada pelos componentes da atmosfera (carga poluidora) ou ao passar pela superfície de captação, onde a água pluvial incorpora partículas depositadas sobre esta superfície, tais como fulgem, poeira, folhas, gravetos ou até mesmo dejetos de aves e pequenos animais.

Para a utilização da água de chuva é necessário estudá-la qualitativamente, norteando-se pelos padrões de qualidade, de acordo com seus usos pretendidos. Diante do exposto, objetiva-se com este trabalho a comparação da qualidade de água de chuva captada em um sistema instalado na cidade de João Pessoa-PB com padrões de qualidade relacionados aos seus usos pretendidos. As normas e regulamentos utilizados para comparação foram: NBR 15527/07 (descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramado e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas) e NBR 13969/97 (Classe 1 - lavagem de carros; Classe 2 - lavagem de pisos, calçadas, irrigação; Classe 3 - descarga de vasos sanitários), ANA/2005 (Classe 1 - bacias sanitárias, lavagem de pisos, uso para fins ornamentais, lavagem de roupas e de veículos; Classe 3 - irrigação de áreas

[1] Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba - Endereço: Rua Golfo de San Fernando, 210. CEP58310000 Cabedelo/PB/Brasil – Tel. (83)88382346 – e-mail: ysa_luna@hotmail.com
[2] Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba, Doutor em Engenharia Civil pela University of Leeds - Inglaterra. Professor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba
[3] Engenheira Civil e aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal da Paraíba
[4] Graduando em Licenciatura em Química pela Universidade Federal da Paraíba

verdes e rega de jardins), a Resolução CONAMA 357/2005 (Classe 1 – água superficial bruta para abastecimento humano após tratamento simplificado) e a Portaria nº 2914/ 2011 do Ministério da Saúde (consumo humano).

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento da pesquisa ocorreu no período de fevereiro de 2011 a março de 2012. Os dispositivos foram confeccionados e implantados nas instalações de um escritório de engenharia no bairro de Água Fria, na cidade de João Pessoa (PB). Coordenadas geográficas da área: Latitude 7° 9' 12"S e Longitude 34° 51' 2" O.

Foi coletada amostras de água de chuva em dois pontos, a saber: diretamente da atmosfera, sem escoar pela superfície de capitação (P_{ATM}) e em um reservatório (P_{R2}), após o escoamento pelo telhado e passando por um filtro de areia. O filtro de areia teve como objetivo a possibilidade de melhorar a qualidade da água proveniente do telhado a partir da retenção de materiais tais como folhas, partículas de poeira e insetos, dentre outros itens.

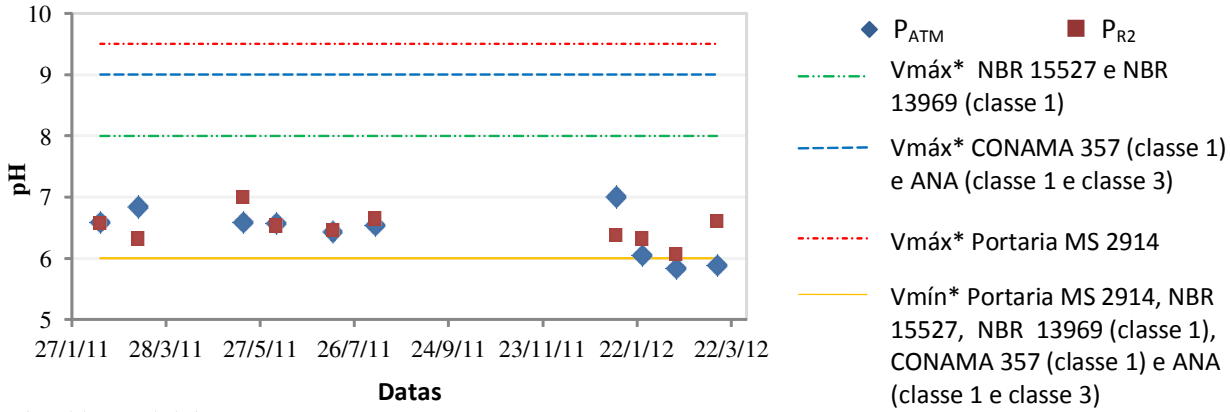
A realização das coletas aconteceu no período de fevereiro de 2011 a março de 2012. As datas das coletas realizadas foram: 14/02/2011, 10/03/2011, 16/05/2011, 06/06/2011, 12/07/2011, 09/08/2011, 09/01/2012, 25/01/2012, 16/02/2012 e 13/03/2012.

As análises físico-químicas foram efetuadas pelo Laboratório de Saneamento da UFPB, sendo os parâmetros analisados pH, Cor, Turbidez, Dureza, Cloretos, Nitrato, Amônia, Sólidos totais dissolvidos e DBO_5. As análises foram realizadas segundo as metodologias estabelecidas pelo *Standard Methods for Examination of Water & Wastewater* (APHA, 1995). As análises bacteriológicas foram efetuadas no Laboratório Tecnologia de Alimentos da UFPB. Foram efetuadas a quantificação de bactérias Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH das amostras de água de chuva coletadas variou de 5,85 a 7,02 (Figura 1), chegando a se apresentar levemente ácido, fato este considerado normal, pois mesmo em áreas não urbanizadas, a presença de gases como o CO_2 e o SO_4 na atmosfera, os quais, ao reagir com a água da precipitação, formam ácidos que diminuem o valor do pH. De acordo com o Quadro 1, observa-se que para o P_{ATM} houve 80% de freqüência de atendimento aos padrões de qualidade abordados neste trabalho, enquanto que para o P_{R2} este número foi 100%.

Os valores de cor foram iguais a zero em 60% das coletas, com valor máximo de 5 uH (Figura 2), e com isso, este parâmetro alcançou 100% de atendimento aos padrões de qualidade abordados neste trabalho, conforme apresentado no Quadro 1.



* Vmáx – Valor Máximo permissível
* Vmín – Valor Mínimo permissível

Figura 1. Comportamento temporal de pH

Quadro 1. Frequência de atendimento dos parâmetros em relação aos regulamentos

PARAMETRO		pH	COR	TURBIDEZ	DUREZA	CLORETOS	STD	DBO	NITRATO	AMONIA	COL. TOTAIS	COL. TERMOT
UNIDADE		-	uT	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100ml	NMP/100ml
NBR 15527	Padrão	6,0 a 8,0	<15	<5	-	-	-	-	-	-	Ausência em 100ml	Ausência em 100ml
	Freq. PATM	80%	100%	80%	-	-	-	-	-	-	0%	0%
	Freq. PR2	100%	100%	70%	-	-	-	-	-	-	0%	0%
NBR 13969 (classe 1)	Padrão	6,0 a 8,0	-	<5	-	-	<200	-	-	-	-	<200
	Freq. PATM	80%	-	80%	-	-	100%	-	-	-	-	100%
	Freq. PR2	100%	-	70%	-	-	100%	-	-	-	-	100%
NBR 13969 (classe 2)	Padrão	-	-	<5	-	-	-	-	-	-	-	<100
	Freq. PATM	-	-	80%	-	-	-	-	-	-	-	100%
	Freq. PR2	-	-	70%	-	-	-	-	-	-	-	100%
NBR 13969 (classe 3)	Padrão	-	-	<10	-	-	-	-	-	-	-	<500
	Freq. PATM	-	-	100%	-	-	-	-	-	-	-	100%
	Freq. PR2	-	-	100%	-	-	-	-	-	-	-	100%
CONAMA 357 (classe 1)	Padrão	6,0 a 9,0	-	<40	-	<250	<500	<3	<10	<3,7	-	<200
	Freq. PATM	80%	-	100%	-	100%	100%	100%	100%	100%	-	100%
	Freq. PR2	100%	-	100%	-	100%	100%	100%	100%	100%	-	100%
ANA (Classe 1)	Padrão	6,0 a 9,0	<10	<2	-	-	<500	<10	<10	<20	-	Ausentes
	Freq. PATM	80%	100%	70%	-	-	100%	100%	100%	100%	-	0%
	Freq. PR2	100%	100%	60%	-	-	100%	100%	100%	100%	-	0%
ANA (Classe 3)	Padrão	6,0 a 9,0	<30	<5	-	<100	-	<20	-	-	-	<200
	Freq. PATM	100%	100%	80%	-	100%	-	100%	-	-	-	100%
	Freq. PR2	100%	100%	70%	-	100%	-	100%	-	-	-	100%
PORT. MS 2914	Padrão	6,0 a 9,5	<15	<5	<500	<250	-	-	-	<1,5	Ausência em 100ml	Ausência em 100ml
	Freq. PATM	80%	100%	80%	100%	100%	-	-	-	100%	0%	0%
	Freq. PR2	100%	100%	70%	100%	100%	-	-	-	100%	0%	0%

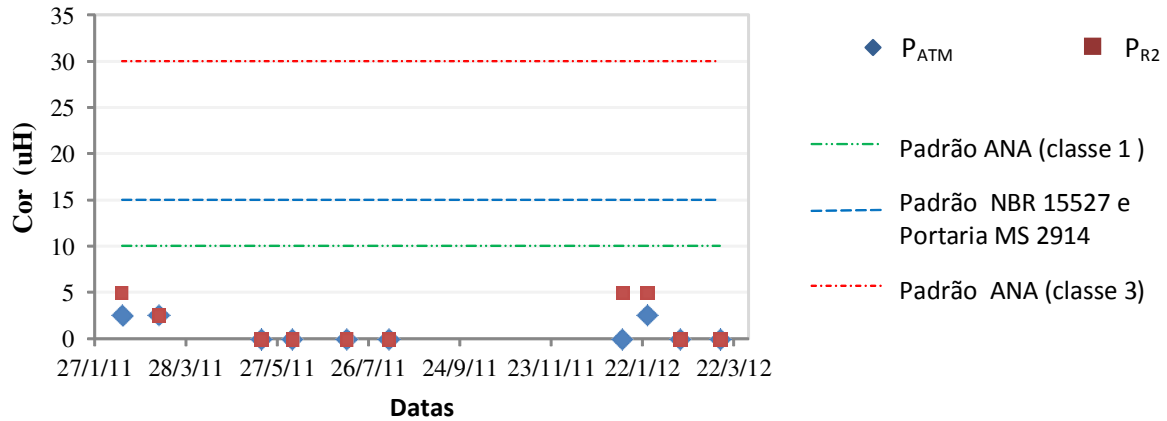


Figura 2. Comportamento temporal de cor

Os valores de turbidez estiveram entre 0,25 e 8,57 uT (Figura 3). O P_{ATM} e o P_{R2} apresentaram freqüências de 80% e 70%, respectivamente, de atendimento para os padrões da NBR Nº 15527/07, NBR Nº 13969/07 (classes 1 e 2), ANA/05(classe 3), e Portaria MS 2914. Ambos os pontos com freqüência de 100% de atendimento à CONAMA 357 (classe 1) e a NBR Nº 13969 (classe 3).

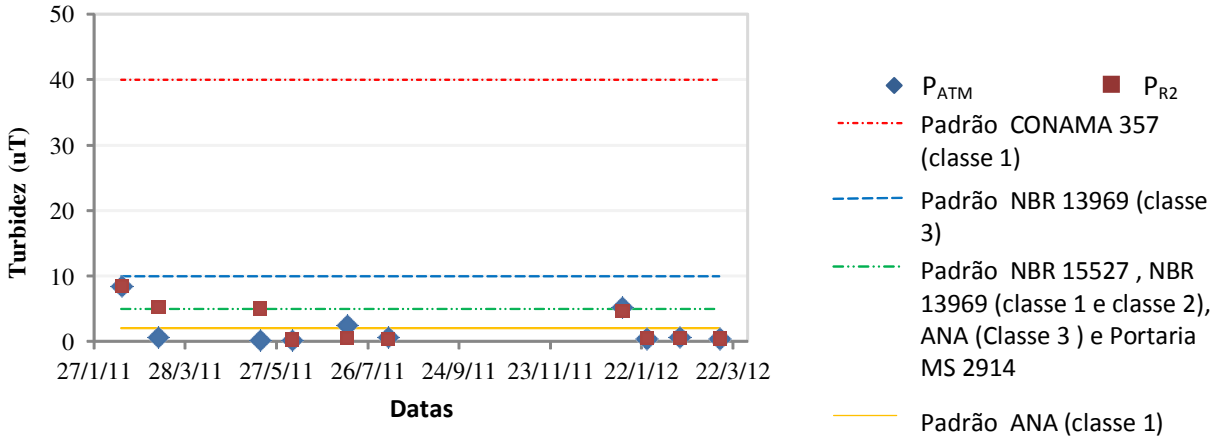


Figura 3. Comportamento temporal de turbidez

Nas amostras analisadas não foi identificada dureza elevada, o maior máximo encontrado de 7,92 mg/L, caracterizando-as como águas moles (dureza inferior a 50 mg/L). Havendo a freqüência 100% de atendimento à Portaria MS Nº 2914/11, que para o consumo humano é estabelecido o valor máximo de 500 mg/L.

Os níveis de cloretos se apresentaram baixos, chegando ao valor máximo de 7,00 no P_{ATM} e 8,43 no P_{R2}. Obteve-se freqüência de 100% no atendimento à CONAMA N°357/05 classe 1 e Portaria MS N°2914 (limite: 250 mg/L) e ANA/05 classe 3 (irrigação com aspersor – limite: 100mg/L e irrigação superficial - limite: 350 mg/L).

Quanto aos valores de sólidos dissolvidos totais (STD), estes variaram de 3,3 a 19,45 mg/L apresentando-se, em ambos os pontos, bem inferiores aos padrões estabelecidos e por isso obtendo freqüência de 100% no atendimento aos padrões da CONAMA Nº 357/05 - classe 1 (limite: 500 mg/L), ANA/05 - classe 1 (limite: 500 mg/L), e NBR 13969/07 - classe 1 (limite: 200 mg/L).

A amônia apresentou resultados variando de 0 a 1,0 mg/L, valores compatíveis com os limites estabelecidos pela Portaria MS Nº2914/11(limite: 3,7) e pela Resolução CONAMA Nº 357/05 - classe 1 (limite: 1,5) e por ANA/05 - classe 1 (limite: 20), Alcançando no P_{ATM} e P_{R2}, portanto, uma freqüência de 100% no atendimento às legislações.

Segundo a Portaria MS Nº 2914/11, ANA/05 - classe 1 – e CONAMA 357 – classe 1-, o parâmetro nitrato deve ser menor ou igual a 10 mg/L, condição atendida pelas águas de chuva analisadas neste trabalho em que os valores de nitrato variaram de 0 a 6,35 mg/L, com valor máximo encontrado no P_{R2}.

A DBO presente nas águas de chuva não foi elevada, com resultados encontrados entre 0 e 2,6 mg/L (Figura 4). Em ambos os pontos, verificou-se a freqüência de 100% no atendimento dos valores máximos previstos em ANA/05 (classes 1 e 3) e Resolução CONAMA Nº 357/05 - classe 1.

Observou-se que em todas as coletas os coliformes totais e termotolerantes foram detectados nas amostras de águas pluviais tanto bruta (P_{ATM}) como após passagem pelo telhado (P_{R2}) (Figuras 5 e 6), caracterizando a água como imprópria para uso potável, o que não é de se surpreender, uma vez que as águas aqui estudadas não passaram por um processo de desinfecção. Por outro lado, como os resultados para estes parâmetros foram relativamente baixos, estes microorganismos podem ser removidos por desinfecção, podendo tornar a água potável.

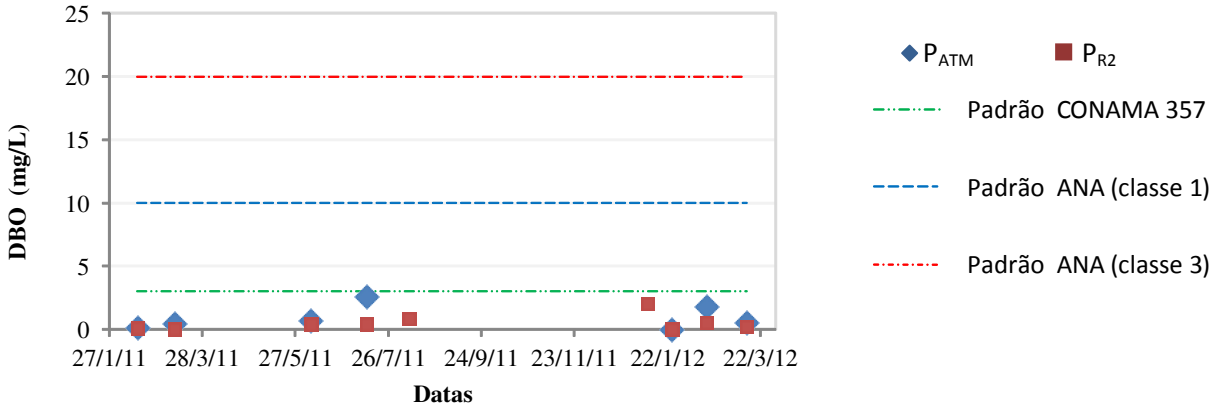


Figura 4. Comportamento temporal de demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

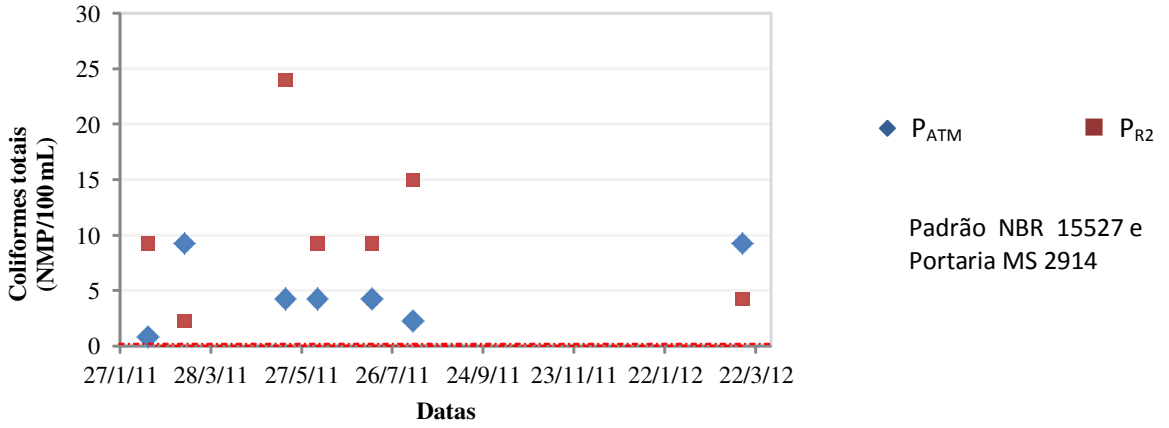


Figura 5. Comportamento temporal de coliformes totais

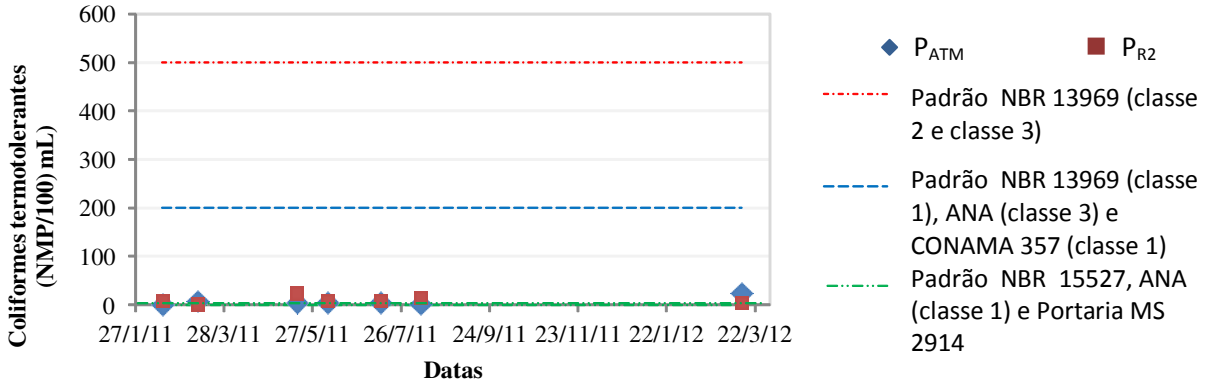


Figura 6. Comportamento temporal de coliformes termotolerantes

Por outro lado, observou-se que os resultados apresentaram valores abaixo dos padrões de qualidade estabelecidos para outros usos, a citar: NBR Nº 13969/07 (classes 1, 2 e 3), ANA classe 3 e CONAMA Nº 357/05 (classe 1).

CONCLUSÕES

Na água proveniente diretamente da atmosfera, observou-se baixas concentrações para os parâmetros cor, cloretos, dureza total, STD e amônia, demonstrando a boa qualidade da água. Isso se dá pelo fato de que esta água carrega apenas gases e material particulado dispersos na atmosfera.

Os valores dos parâmetros encontrados no reservatório foram baixos e, em sua maioria, enquadram-se nos padrões de qualidade das normas e regulamentos abordados neste estudo. Isto demonstra que o dispositivo de filtração utilizado é capaz de manter a boa qualidade da água mesmo após o seu escoamento através da superfície de captação.

Os parâmetros turbidez, coliformes totais e coliformes termotolerantes não se enquadraram nos padrões estabelecidos por todos os regulamentos abordados, demonstrando portanto, a necessidade de esta água passar por etapa complementar de tratamento antes de ser utilizada, notadamente uma desinfecção para eliminação de bactéria, caso se deseje fazer uso relacionado à potabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. NBR 13969: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ANA – Agência Nacional de Águas. Manual de Conservação e reuso da água em edificações. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005.

APHA. Standard Methods for Examination of Water & Wastewater. APHA. 1995.

BRASIL, Resolução N° 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. CONAMA, Brasília-DF, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n° 2914, de 14 de dezembro de 2011. Norma de qualidade para consumo humano em todo território nacional. Brasília: 2011.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

ÁGUA DE CHUVA ARMAZENADA EM CISTERNA PRODUZ FRUTAS E HORTALIÇAS PARA O CONSUMO PELAS FAMÍLIAS RURAIS: ESTUDO DE CASO[1]

Luiza Teixeira de Lima Brito[2], Janaína Oliveira de Araújo[3],
Nilton de Brito Cavalcanti[4] & Maria José da Silva[5]

Resumo: As cisternas de consumo e de produção de alimentos são alternativas para amenizar a situação de instabilidade climática vivenciada pelos agricultores familiares no Semiárido brasileiro. Diante desta realidade esta pesquisa objetivou caracterizar o funcionamento destas cisternas no âmbito de comunidades rurais dos Estados de Pernambuco, Bahia e Piauí. Para isso, foram realizadas visitas as comunidades, utilizado um questionário semi-estruturado e feitas discussões com as famílias. Os resultados apontaram que as famílias são constituídas por 3,8 pessoas, em média, cujo volume de água armazenado na cisterna de consumo (16 mil litros) atende as necessidades de beber e cozinhar durante, pelo menos, oito meses por ano. Quanto à cisterna de produção, 51% das famílias afirmaram que a água armazenada (52 mil litros) não é suficiente para aplicar às fruteiras e às hortaliças; embora, tenha sido colocado que a água também é utilizada para outras finalidades. Nesse sentido, há necessidade de orientar as famílias de modo que a água aos objetivos propostos.

Palavras-chave: água de chuva, cisterna, frutas e hortaliças.

INTRODUÇÃO

A porção semiárida do Nordeste brasileiro abrange uma área de 969.589,4 km^2, estendendo-se do estado do Piauí ao Norte de Minas Gerais, perfazendo 1.133 municípios, delimitados pela isoieta de 800 mm por ano, entre outras características físicas (Brasil, 2005). Apresenta, também, grande diversidade agroecológica e socioeconômica, onde predominam sistemas agrícolas de base familiar de baixa eficiência de produção, em consequência da irregularidade das chuvas na maioria dos anos, dos solos rasos e pobres em matéria orgânica e fertilizante. A baixa eficiência da produção agrícola afeta a dieta alimentar das famílias ali residentes.

A diversidade da região implica na necessidade de múltiplas soluções a serem adotadas para o enfrentamento aos desafios impostos. As estratégicas tecnológicas para cada espaço, necessariamente, têm de ser diferenciadas. Neste contexto, o zoneamento agroeconômico indica os espaços próprios para cada atividade, com o conhecimento de suas limitações e potencialidades, valorizando as especificidades locais (GUIMARÃES FILHO & LOPES, 2001). No entanto, afirmam estes autores que o processo que atinge o sistema produtivo familiar e seu ecossistema pode ser revertido por meio do uso de técnicas racionais de cultivo, de criação e de extrativismo desenvolvidas ou em desenvolvimento pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), coordenado pela Embrapa, com o apoio do conhecimento acumulado pela vivência das populações locais. É importante que, simultaneamente, sejam consideradas as limitações que impedem a apropriação dessas tecnologias pelo produtor familiar. Para uma efetiva apropriação das tecnologias é necessário uma ação integrada de associações de produtores, ONGs e entidades de assistência técnica e extensão rural, apoiada por políticas públicas adequadas.

Pesquisa desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011) aponta que a dieta de 90% dos brasileiros está fora do padrão recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) no que diz respeito ao consumo de frutas, verduras e legumes, sendo sua composição prioritariamente por arroz e

[1] Contribuição financeira do MCT-INSA/CNPq/CT-Hidro (Processo: No 562403/2010-8)
[2] Eng. Agrícola, Dr., Pesquisadora, Embrapa Semiárido. BR 428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal 23. CEP 56302-970 Petrolina, PE, E-mail: luizatlb@cpatsa.embrapa.br
[3] Nutricionista, Bolsista FACEPE/Embrapa Semiárido, janaina.nutri1@gmail.com
[4] Administrador de Empresas, M.Sc. Extensão Rural. Embrapa Semiárido. nbrito@cpatsa.embrapa.br
[5] Química Industrial, Dr., Pesquisadora, Universidade Federal de Sergipe. aquatunem@yahoo.com.br

feijão, associados aos alimentos calóricos e de baixo teor nutritivo. Na Região Nordeste, a pesquisa estimou médias de ingestão energética que se situaram na faixa de 1.448 kcal a 2.174 kcal, segundo os grupos etários, entretanto, a ingestão de proteínas ultrapassou o limite máximo recomendado de 15%. Também, a maior participação calórica média dos carboidratos entre os adolescentes de 10 a 13 anos de idade, adultos e idosos do sexo masculino era ligeiramente mais elevada. Nessa região, a participação calórica dos lipídios esteve abaixo dos valores nacionais. Por sua vez, a região registrou as menores médias de ingestão dos componentes lipídicos da dieta na maioria dos grupos analisados, as menores médias de ingestão de fibras no sexo feminino e as menores de consumo de açúcar total entre os adolescentes de 10 a 18 anos de idade do sexo masculino.

Na perspectiva da melhoria da dieta alimentar das famílias, algumas comunidades rurais do Semiárido brasileiro têm sido contempladas com programas como Segurança Alimentar e Nutricional, Um Milhão de Cisternas - P1MC e Uma Terra e Duas Águas – P1+2, vinculados ao Ministério do Desenvolvimento Social – MDS (disponível em http://www.fomezero.gov.br/, acesso em 24/06/2011).

Dada à ocorrência da seca que assola o Semiárido brasileiro, provavelmente, uma das maiores nos últimos 47 anos, o Governo Federal lançou recentemente mais um programa o "Brasil Carinhoso", objetivando garantir às famílias que vivem em situação de extrema pobreza, o repasse de R$ 70,00 (setenta reais), como reforço ao programa Bolsa Família. O Brasil sem Miséria tem como prioridade beneficiar as famílias que têm crianças entre zero a seis anos de idade. No pronunciamento dado no lançamento do programa foi informado que 78% das crianças brasileiras em situação de pobreza absoluta vivem nas regiões Norte e Nordeste, e 60% delas vivem nos estados nordestinos (http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2012/05/programa-brasil-carinhoso-quer-tirar-da-miserie-criancas-de-0-6-anos.html).

As cisternas de consumo e de produção de alimentos são alternativas tecnológicas disponibilizadas para amenizar o quadro de instabilidade de pequenos agricultores familiares que sobrevivem da agricultura. O Objetivo é armazenar a água proveniente da chuva e garantir água de boa qualidade durante todo o ano para consumo humano, bem como para produzir alimentos.

Segundo Brito et al. (2011) a água armazenada em uma cisterna de produção, que tem capacidade para 52 mil litros, se bem manejada, é suficiente para manter uma pequeno pomar, em torno de 30 fruteiras, e 2 a 4 canteiros de hortaliças, com em média, 12 m^2 de área cultivada. De acordo com Araújo et al. (2011) a possibilidade de cultivar várias espécies de frutas e de hortaliças e a produção obtida permite incrementar melhorias significativas na dieta das famílias rurais.

Os produtos obtidos dos pomares e dos canteiros são isentos de agroquímicos e são nutritivos e seguros, eles possuem na sua composição química uma variabilidade de nutrientes essenciais para o bom funcionamento do organismo humano, atuando, também, na redução de futuras doenças como hipertensão, diabetes, cânceres, anemia.

Face ao exposto, o presente trabalho teve por objetivo realizar um levantamento da situação atual das cisternas de consumo humano e de produção em comunidades rurais do Semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre os meses de março a maio de 2012, em três estados da região Nordeste (Pernambuco, Bahia e Piauí), localizados no Semiárido brasileiro, envolvendo oito municípios. A pré-seleção destes municípios teve como base a presença das cisternas de consumo e de produção de alimentos nas propriedades das famílias.

As cisternas de consumo e de produção foram construídas por meio de convênios firmados entre o Ministério de Desenvolvimento Social – MSD e a Articulação do Semiárido – ASA, inseridas nas políticas do Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC e do Programa Uma Terra de Duas Águas – P1+2.

No estado de Pernambuco a pesquisa abrangeu três municípios da mesorregião do Vale do São Francisco Pernambucano, citando-se Afrânio (Comunidade Campo Verde), Dormentes (Comunidade Baixa da Boa Vista)

e Petrolina (Assentamento Lindolpho Silva). Na Bahia a pesquisa abrangeu os municípios de Jaguarari (Comunidade Fazenda da Conceição), Uauá (Comunidade Serra da Besta) e Curaçá (Comunidade Fazenda Caladinho), localizados na mesorregião Centro Norte Baiano e, finalmente, no Piauí participaram os municípios de Queimada Nova (Comunidade Barra de Juá) e Paulistana (Comunidades Carapuço e Angical), da mesorregião do Sudeste Piauiense.

A coleta de informações sobre os programas P1MC e P1+2 no âmbito das famílias ocorreu a partir de um roteiro contendo informações padronizadas para facilitar a sistematização dos dados obtidos na pesquisa, e o mesmo foi seguido em todas as propriedades das famílias rurais, contendo questionamentos referentes a sua caracterização, condições do domicílio, atividade econômica, criação de animais e informações sobre a cisterna de consumo, qualidade da água da cisterna sob o ponto de vista da família, se a água da cisterna atende as necessidades de beber e cozinhar, se a cisterna recebe água de outras fontes hídricas, entre outras. Também, foram feitas indagações sobre a cisterna de produção, principalmente, quanto ao manejo da água aplicada às culturas e a quantidade e diversidade de espécies cultivadas.

A pesquisa contou com o apoio dos Sindicatos de Trabalhadores Rurais dos municípios pesquisados, o qual disponibilizou funcionários e informações que serviram para facilitar o acesso às comunidades, e das famílias no pronto atendimento da equipe em suas residências e visitas as áreas de produção.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O total de familiares participantes desta pesquisa foi 78, distribuídas em três estados: Bahia (26), Pernambuco (29) e Piauí (23). Em todas as propriedades visitadas foram encontradas duas cisternas, sendo uma destinada ao consumo das famílias e a outra, denominada por cisterna de produção, cujo objetivo é o armazenamento de água de chuva para aplicação em pomares e canteiros de hortaliças, visando à melhoria da qualidade dos alimentos consumidos pelas famílias.

A partir das informações levantadas junto às famílias foram obtidas as seguintes características quanto aos aspectos socioeconômicos, em média, as famílias são constituídas por 3,8 pessoas, dos quais, apenas 9% de crianças com até cinco anos e 77,3% de adultos, cuja atividade principal tem como base a agricultura ou dona de casa. Das 78 famílias apenas uma não era dono da casa. Em geral, as residências são em alvenaria revestida e apresentam-se em bom estado de conservação. 86% dessas famílias recebem benefícios sociais governamentais, sendo 33% de aposentadoria e, 41% do Programa Bolsa Família, embora, a ocupação principal dos familiares é direcionada para os cuidados com as propriedades, ou seja, a agricultura e criação de animais.

Quanto ao rebanho, observou-se a predominância da caprinovinocultura, com um total de 3.017 cabeças, seguido pelas aves (galinha). A criação de animais por 94% das famílias é vista como uma alternativa complementar à renda da família. A pesquisa também identificou que 70% dos participantes possuem ensino fundamental incompleto. Segundo pesquisa realizada, o Nordeste foi onde o analfabetismo mais se reduziu entre 2004 e 2009 (de 22,4% para 18,7%), mas apresenta o índice bem acima das demais regiões, quase o dobro da média nacional (IBGE, 2009).

Diante das dificuldades financeiras e da seca, alguns animais são vendidos. O chefe de família Carlos Alberto Neres dos Santos, morador do Assentamento Lindolpho Silva, em Petrolina/PE, diz: "*no aperreio da seca vendemos nossos bichos para poder comprar carro-pipa e matar a fome*".

No contexto da cisterna como alternativa para armazenar água de chuva para o consumo das famílias, a pesquisa questionou a respeito da qualidade da água para o consumo humano e para cozinhar, como também referente a quantidade armazenada. Dos participantes, respectivamente, 96% e 82% responderam "sim", porém, a resposta referente à qualidade está condicionada a água ser oriunda da chuva. 32% das famílias informaram usar a água da cisterna para descarga do vaso sanitário, lavar roupa, entre outros, o que pode comprometer a finalidade da cisterna "garantir água para beber e cozinhar durante o período de escassez de

chuvas". Mesmo considerando a água proveniente da chuva e armazenada na cisterna como de boa qualidade, 60% das famílias informaram utilizar o hipoclorito de sódio para desinfecção da água de beber.

Do universo pesquisado, 59% das famílias utilizam a bomba manual no processo de retirada da água da cisterna, enquanto que 36% informaram que o faz de forma manual. Pesquisas realizadas por Brito et al. (2007) apontaram que 58,17% das famílias retiravam água da cisterna de forma manual. A redução do número de famílias nesta modalidade de retirada da água da cisterna pode ter sido devido às recomendações feitas ao MDS para que toda cisterna fosse contemplada com uma bomba manual, como forma de reduzir os riscos de contaminação da água de chuva, sendo a bomba manual considerada como uma "barreira sanitária". As demais famílias (5%) utilizam ambas as formas de retirada de água da cisterna.

Devido à irregularidade das chuvas na região, situação recorrente em anos subsequentes, como também, a baixa capacidade de armazenamento do reservatório (16 mil litros) e aos usos diversos da água, em alguns casos, as famílias têm abastecido suas cisternas com água transportada por carros-pipa, oriunda de açudes, canal de irrigação, do rio São Francisco, poços, entre outras fontes. Nestas situações, foi relatado que nem sempre a água é de boa qualidade para beber. O estudo apontou que 32% cisternas de consumo já receberam água por meio de carro-pipa. Das famílias visitadas, apenas 22% das cisternas apresentaram problemas construtivos, como rachaduras e vazamentos.

As informações obtidas na pesquisa relativas à cisterna de produção apontam que as áreas de captação são em solo revestido com argamassa (48%) e enxurrada (38%), também conhecida por cisterna calçadão. A principal característica entre a cisterna de consumo e a cisterna de produção está na capacidade de armazenamento e no destino final da água de chuva, sendo que está última apresenta um volume útil de 52 mil litros.

Com um número significativo de cisterna de enxurrada, apenas 21% delas contém sistema de filtragem externo para possibilitar a retenção de sedimentos, solo e materiais vegetais, evitando que os mesmo causem problemas com a qualidade da água da cisterna e reduza sua capacidade de armazenamento. Embora, 67% das famílias afirmem que a cisterna já tenha sido lavada.

A quantidade de água disponível na cisterna para uso nas fruteiras e, ou hortaliças também foi item abordado pela pesquisa. Por um lado, 67% afirmaram que a produção ocorre durante todo ano; no entanto, 51% das famílias afirmam que a água armazenada na cisterna (52 mil litros) não é suficiente para aplicar às culturas durante o ano. Este mesmo percentual de famílias (51%) afirmou que a cisterna recebe água de outras fontes por meio de carro-pipa. Esta afirmação pode estar associada à concepção do programa P1+2, em que pode ter sido criada expectativa nas famílias de que a cisterna de produção poderia produzir para o mercado, fazendo com que muitas famílias excedessem no número de fruteiras dos pomares e dos canteiros das hortaliças. Em algumas destas famílias, foi observado até 100 pés de maracujazeiros por família, visando à comercialização dos frutos (Figura 1).

Figura 1. Pomar cultivado com o macujazeiro em área de produtor do município de Petrolina, PE

Nos canteiros de hortaliças foi informado pelas famílias a exploração das espécies tomate (*Solanum lycopersicum*), cebolinha (*Allium cepa*), coentro (*Coriandrum sativum*), alface (*Lactuca sativa*), pimentão (*Capsicum annuum*), berinjela (*Solanum melongena*), pimenta de cheiro (*Capsicum odoriferum*) e repolho (*Brassica oleracea L.*), tanto para o consumo quanto para venda, em casos específicos de excedente de produção (Figura 2).

A. B.

Figura 2. Canteiros com hortaliças em área de produtores nos estados de Pernambuco (a) e do Piauí (b). Foto: Janaína Oliveira de Araújo

Quanto às fruteiras, foi observada grande diversidade das espécies cultivadas no pomar, como mamoeiro (*C. papaya*), goiabeira (*Psidium guajava*), pinheira (*Annona squamosa*), mangueira (*Mangifera indica* L.), limoeiro (*Citrus x limonia*), bananeira (*Musa*), laranjeira (*Citrus x sinensis*), tangirineira (*Citrus reticulata*), cajueiro (*Anacardium occidentale*), aceroleira (*Malpighia emarginata*), gravioleira (*Anona muricata*), jambeiro (*Syzygium jambos* L.), abacateiro (*Persea americana*), coqueiro (*Cocos nucifera*), e pitangueira (*Eugenia uniflora*). As comunidades do Estado da Bahia foram as que apresentaram menor variedade de espécies cultivadas tanto no pomar quanto nos canteiros de hortaliças.

A quantidade de água aplicada às fruteiras e as hortaliças foi muito variável tanto em termos de volume quanto de frequência de aplicação, sendo também difícil identificar os volumes específicos para os tipos de culturas. No geral, foi informado pelas famílias que o volume aplicado variou de um balde (10 L) por dia por fruteira a 10 baldes (100 L) por dia por fruteira. Nos canteiros, o volume variou de 2 a 4 baldes por canteiro por dia. Foi afirmado por algumas famílias que recebem água de outras fontes hídricas, transportada por carro-pipa, até a cisterna para ser aplicada às fruteiras, o que vai ao encontro da concepção do programa 1+2. Provavelmente, com um menor número de fruteiras no pomar a água disponível e aplicada às mesmas poderia potencializar seu desenvolvimento com melhorias na produção final.

Em algumas áreas visitadas a situação do pomar/horta encontrava-se muito precária, mesmo havendo um volume de água considerável nas cisternas (Figura 2a). Nesta situação, há necessidade de orientar melhor as famílias para que as cisternas cumpram seu propósito, que é produzir frutas e hortaliças visando a melhoria da dieta das famílias.

Pesquisas realizadas por Brito et. al (2009; 2010) consideraram o volume de água disponível na cisterna, a época do ano e o número de fruteiras para definir o volume de água a ser aplicado por fruteira do pomar e a frequência de aplicação. Para as hortaliças, a lâmina mínima média foi de 8 mm, de forma diária. Os estudos apontam que em função da baixa capacidade de armazenamento de água da cisterna, não se recomenda mais que 20 a 25 fruteiras por pomar, considerando que poderá ser mais viável cultivar um pequeno pomar do que perder a maior parte das fruteiras em anos de baixas precipitações, à semelhança do ano em curso (2012).

A variedade de frutas (maracujá, banana, manga, laranja, tangerina, acerola, graviola, coco, melão, melancia, mamão, caju, abacate, limão, entre outros) e de hortaliças (coentro, alface, cebolinha, pimentão, cenoura e

beterraba) cultivadas nos pomares e canteiros têm importância significativa na saúde das famílias, pois contribuem na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, tais como: diabetes, hipertensão, câncer, entre outras, como preconizado pelo P1+2. Além disto, promove melhorias na qualidade de vida, uma vez que as mesmas podem utilizar os recursos antes utilizados na aquisição desses produtos para outros, diversificando a dieta das famílias.

CONCLUSÕES

Com 3,8 pessoas por família, em média, o volume de água armazenado na cisterna de consumo (16 mil litros) atende as necessidades de beber e de cozinhar das famílias durante, pelo menos, oito meses por ano.

Como 51% das famílias afirmaram que a água armazenada na cisterna (52 mil litros) não é suficiente para aplicar às fruteiras e às hortaliças, há necessidade de orientá-las no sentido de reduzir suas áreas de produção.

Com um menor número de fruteiras no pomar as famílias poderão manejar a água da cisterna de forma a obter produção durante todo ano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE. Taxa de analfabetismo funcional em queda, mas está acima de 20%. Acessado em 20/03/2012. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1708.>

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; D'AVILA, O. A. Avaliação técnica do programa de cisternas no semi-árido brasileiro. In: VAITSMAN, J.; PAES-SOUSA, R. (Org.). Avaliação de políticas e programas do MDS: resultados. Brasília, DF: MDS: SAGI, 2007. v. 1 cap. 5, p. 199-234.

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; GNADLINGER, J.; PEREIRA, L. A. Cisterna: alternativa hídrica para melhorar a dieta alimentar das famílias do Semiárido brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 7., 2009, Caruaru. Captação e manejo de água de chuva: avanços e desafios em um ambiente de mudanças. Caruaru: ABCMAC: Embrapa Semiárido: AMASNE, Anais... 2009. 1 CD-ROM.

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; PEREIRA, L. A.; GNADLINGER, J.; SILVA, A. de S. Água de chuva armazenada em cisterna para produção de frutas e hortaliças. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 30p. il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 230).

GUIMARÃES FILHO, C.; LOPES, P. R. C. Subsídios para formulação de um programa de convivência com a seca no Semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2001. 22p. il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 171).

IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 150 p.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

AVALIAÇÃO DO REGIME DE CHUVAS E DEMANDA DE ÁGUA PARA O MUNICIPIO DE JUAREZ TAVORA, PB

José Geraldo de Araújo Ferreira Filho[1], Felipe Guedes de Souza[2] & Soahd Arruda Rached Farias[3]

Resumo: A região semiárida compreende uma área de 1.663.200 km², onde esta região ocupa 57,53% da área do NE, a área em estudo está localizada na microrregião de Itabaiana, e na mesorregião do Agreste paraibano, com uma distância de 92km da capital João Pessoa, é classificada de clima predominantemente semiárido. Por meio de uma avaliação numérica do ocorrido de chuvas acumuladas mensais e anuais no município durante os últimos 16 anos, foi realizado uma estatística descritiva, além de confrontar as demandas de água necessárias para suprir a necessidade das pessoas e animais de produção do local, após recolher os dados na série recente do município, observa-se que o mesmo apresenta uma precipitação média anual de 732,6mm, e que em nove anos desta sequência, os valores apresentados foram inferior a média. Técnicas e obras que minimizem o efeito de evaporação dos mananciais e solo, associado a captações de água superficiais são caminhos para um desenvolvimento econômico e com visão sustentável.

Palavras-chaves: Planejamento hídrico, semiárido, captação de água de chuva

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é uma região de difícil desenvolvimento agrícola, pois esta é uma área onde as condições agroecológicas e econômicas são desfavoráveis aos sistemas de exploração, não só a agricultura como também a pecuária encontram bastante dificuldade para se estabilizarem.

A região semiárida compreende uma área de 1.663.200 km², onde esta região ocupa 57,53% da área do NE, com o predomínio do ecossistema caatinga, o solo em sua maioria é do tipo areno-argiloso que é pobre em matéria orgânica. Além das dificuldades pedológicas da região, o regime de chuvas marcado pela irregularidade é um grave problema encontrado pelos sistemas de exploração da região (PADILHA et al., 2004).

O objetivo deste trabalho é avaliar o regime de chuvas no município de Juarez Távora, identificar se a precipitação pluviométrica é suficiente para suprir as necessidades da população e apresentar formas para um bom aproveitamento e manejo da água de chuva.

Segundo informações contidas no Dossiê Nordeste Seco (Nordeste, 1999), o Semiárido brasileiro é a mais povoada do mundo quando relacionada ao clima, e em função das adversidades climáticas, associadas a outros fatores históricos, geográficos e políticos, que remontam centenas de anos, abriga a parcela mais pobre da população brasileira, com ocorrência de graves problemas sociais. (MOURA et al., 2007)

MATERIAIS E MÉTODOS

A área em estudo está localizada na microrregião de Itabaiana, e na mesorregião do Agreste paraibano, com uma distância de 92 km da capital João Pessoa, é classificada de clima predominantemente semiárido, com coordenadas geográficas de 7º10'19"S e 35º34'58"W, e uma altitude de 145m. A área apresenta uma temperatura média anual varia em torno de 25ºC.(IBGE 2008).

Segundo AESA (2012), o municipo de Juarez Tavora tem predominância de solos jovens, variando entre Litólico Eutrofico a Bruno não cálcico, e a classe de capacidade de uso da terra recomendado tem predominância

[1] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Fone: (83) 3267-1057 e-mail: gfilho_@hotmail.com
[2] Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande
[3] Eng. Agrícola, Professora Universidade Federal de Campina Grande

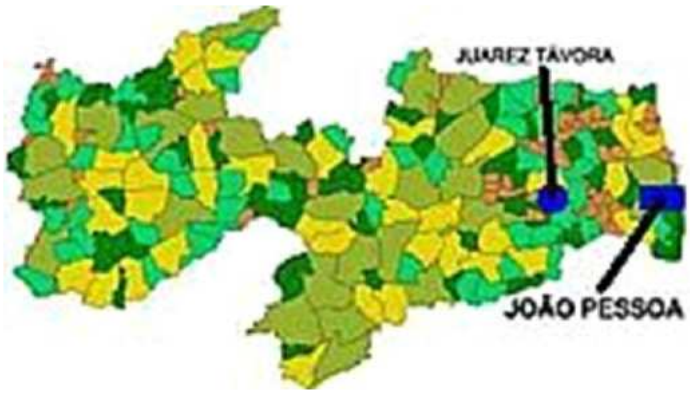


Figura 1. Mapa de localização do município de Juarez Távora em relação à João Pessoa

para uso de culturas permanente principalmente pastagem ou reflorestamento e Terras íngrimes mais susceptíveis a erosão, próprias para cultivos contínuos e que se prestam mais para lavoura esporádica.

Conforme IBGE (2012), com uma população de 7459 hab., densidade demográfica de 105, 7 hab/Km², possui como área geopolítica 70,84 Km² e um IDH de 0,552 considerado médio segundo PNUD (2000).

Por meio de uma avaliação numérica do ocorrido de chuvas acumuladas mensais e anuais no município durante os últimos 16 anos, foi realizado uma estatística descritiva com valores de média, mediana, coeficiente de variação, máximo e mínimo, além de confrontar as demandas de água necessárias para suprir as pessoas e animais de produção do local. Os dados estimados para consumo humano e animais, foram ajustados de vários comunicados técnicos sobre necessidade hídrica animal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante análise dos dados e conforme mapa de pluviometria média anual (AESA 2012), onde este apresenta que o município de Juarez Távora encontra-se em uma zona de 800 mm/ano obteve-se os resultados da distribuição e demanda de água para a área em estudo.

Distribuição temporal das chuvas mensais entre 1995 a 2011

Ao observar os dados mensais de chuvas (Tabela 1), percebe-se claramente as características de região semiárida, onde a falta de regularidade de chuvas durante o que é considerado meses chuvosos, realmente fica evidente, em abril de 2002, maio de 2001 e 2010 e junho de 1997, 1998 e 1999 considerado pela sequencia, como o mês que mais chove na região, assim como recolher águas em janeiro na ordem de 370, no ano de 2004 não chega a ser usufruído pela agricultura, considerando que os meses subsequentes reduzem sensivelmente a contribuição de chuvas, tendo comprometido a produção para quem utiliza culturas de ciclos em torno de 90 dias. Com excesso ou déficit o efeito de incerteza para a exploração da agricultura de sequeiro exige que tenha-se planejamento de técnicas e práticas de conservação de solo associado a captação de água para maior infiltração, permitindo assim, maior umidade para produzir em três a quatro meses as culturas básicas

Distribuição anual das chuvas acumuladas anualmente entre 1995 a 2011

Após recolher dados mensais e anuais de uma série recente dos últimos 16 anos do município, observa-se que o mesmo apresenta uma precipitação média anual de 732,6mm, e que em nove anos desta sequencia, os valores apresentados foram inferior a média (Figura 2). A mediana foi de 717, 4 mm ano-1, e que os anos que choveram acima de 800 mm por ano, foram os anos de 2000, 2004, 2009 e 2011, indicando que o município não vem atingindo a média estimada pela AESA (2012). Através da estatística descritiva podemos avaliar que o coeficiente de variação dos 17 anos, foi de 32 %, indicando uma variabilidade elevada, exigindo mais ação

Tabela 1. Valores de precipitação mensal numa série dos últimos dezessete anos no município de Juarez Távora-PB. AESA. 2011

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	anual
1995	20,8	75,7	95,0	92,0	71,4	140,7	98,3	10,0	0,0	4,0	13,6	2,3	623,8
1996	4,5	22,2	164,8	162,8	76,8	78,2	50,7	73,8	27,0	13,4	36,0	7,2	717,4
1997	37,4	99,4	73,6	194,4	195,9	38,8	71,1	42,0	0,0	0,0	0,0	30,4	783,0
1998	22,2	0,0	55,1	19,8	36,6	29,4	82,8	95,0	0,0	0,0	0,0	2,0	342,9
1999	82,1	70,0	121,1	16,2	74,8	29,1	44,5	34,6	9,8	15,0	0,0	39,9	537,1
2000	73,3	90,7	72,7	135,2	95,0	234,7	142,5	109,3	105,6	5,3	13,9	60,0	1138,2
2001	4,7	4,6	42,9	52,8	0,0	132,2	64,3	27,0	14,5	12,0	1,6	35,2	391,8
2002	93,3	0,0	49,9	2,2	34,4	176,5	62,3	14,6	0,0	6,5	24,8	0,0	464,5
2003	146,0	117,0	124,0	69,6	76,3	137,6	41,9	39,0	16,2	5,5	0,0	4,3	777,4
2004	370,0	110,9	39,3	37,6	68,3	119,8	85,3	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	846,8
2005	9,2	24,7	86,7	43,7	130,3	227,9	34,4	113,5	13,6	6,8	0,0	19,0	709,8
2006	6,0	89,8	69,2	87,4	95,6	158,4	55,3	80,0	13,1	3,1	32,3	8,0	698,2
2007	42,3	115,7	53,8	127,1	45,9	149,1	57,5	30,8	41,0	2,6	2,2	85,3	753,3
2008	75,7	3,0	110,7	124,8	110,5	116,3	103,4	102,7	31,1	1,7	0,0	9,4	789,3
2009	40,6	54,7	76,5	106,7	126,0	136,4	172,3	128,2	14,1	0,0	7,2	7,7	870,4
2010	71,6	77,8	101,4	162,4	9,5	137,7	64,9	39,5	13,8	0,0	0,0	17,5	696,1
2011	56,4	20,9	38,8	185,6	378,7	146,4	325,2	124,4	0,0	0,0	33,0	4,7	1314,1
CLIMAT	68,0	57,5	80,9	95,3	95,6	128,8	91,6	63,5	17,6	4,5	9,7	19,6	732,6

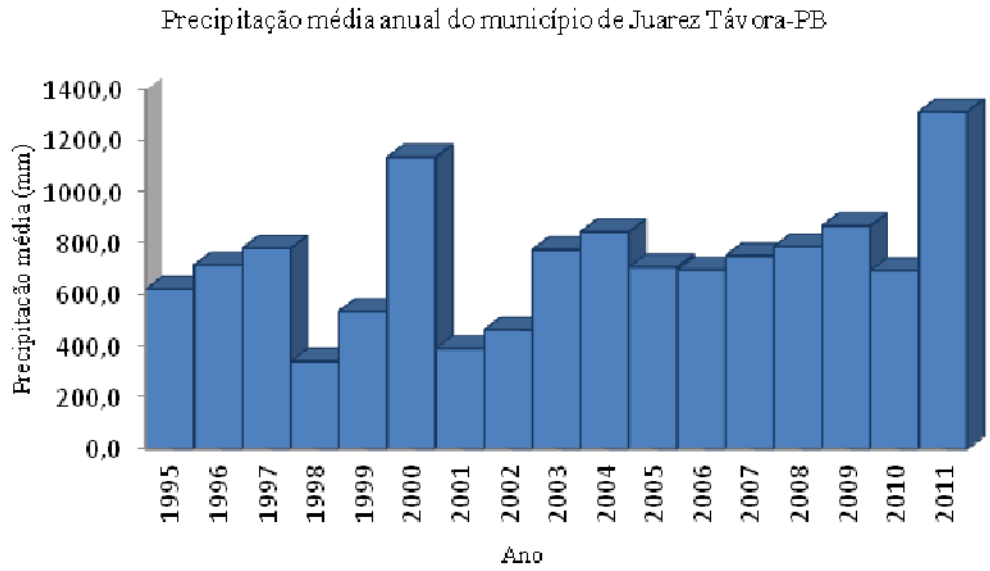


Figura 2. Histograma das precipitações médias anuais

no planejamento de acolher águas, pois embora pareça um município com um bom índice pluviométrico médio, a realidade dos últimos anos, indica que muitas obras de captação de água de chuva devem ocorrer e com critérios de construção de acordo com o conhecimento prévio das características locais, isto é, evaporação elevada, escoamento alto, riachos com níveis de sais elevados, e tantos outros que exigem escolher adequadamente de acordo com o local da comunidade.

Demanda de consumo de água no município

Quando estima-se a necessidade das pessoas e dos animais no consumo de água (Tabela 2) e avaliamos o quando de água é precipitado no espaço geopolítico do município (70,841 Km2) obtemos alguns volumes decorrente de acumulo de chuvas anuais durante a série em estudo (Tabela 1) e encontra-se os seguintes valores, quando considera-se a média precipitada (17 anos) 51.898.116,6 m3 ano -1 (732,6 mm ano -1), quando semelhante calcula-se baseado no mínimo de precipitação na mesma série, temos 24.291.378,9 m3

Tabela 2. Quadro de demanda de água para dessedentação animal e consumo humano para o município de Juarez Távora, PB

Juarez Tavora 2010 e Pecuária de 2006 (IBGE 2012)	Quant	Unid	Demanda/ consumo litro por dia	Consumo estimado m³ por dia	Demanda m³ por ano
População Censo em 2010	7.459	habitantes	150	1.118,85	408.380,25
Bovinos	3.050	Cabeça	45	137,25	50.096,25
Vacas ordenhadas	2.600	Cabeça	50	130,00	47.450,00
Ovinos	878	cabeça	7	6,15	2.243,29
Caprinos	990	Cabeça	7	6,93	2.529,45
Suínos	273	Cabeça	7	1,91	697,52
Equinos	125	Cabeça	30	3,75	1.368,75
Asininos	70	Cabeça	15	1,05	383,25
Muares	68	Cabeça	15	1,02	372,30
Galinhas	3.054	Cabeça	2	6,11	2.229,42
Galos,frangas,frangos e pinto	3.612	Cabeça	2	7,22	2.636,76
Total de necessidade demandada no municipio				1.420,24	518.387,24

ano -1 (342,9 mm ano -1) e no maior acolhimento de água no município para o mesmo período de analise, temos um volume precipitado de 93.092.158,1 m3 ano -1 (1.314,1 mm ano -1), portanto, as politicas públicas de gestão de água para o município, teria que avaliar o potencial existente de fontes de águas e referida distancia das comunidades, principalmente da zona rural e planejar captação de água que pudesse oferecer volume de água para seus habitantes, de forma que se a analise fosse baseado na média da série de 17 anos, o compromisso seria de acolher água na ordem de 1% do chove , baseado no mínimo de chuva registrada (ano de 1998), seria de 2,13% e quando comparado ao ano que mais choveu (2011), o compromisso de acolher agua seria de apenas 0,56% do que precipitou.

Em todas as avaliações (mínima, média ou máxima), o importante é não deixar no planejamento hídrico do município, um levantamento da população de forma a mensurar espacialmente esta demanda, e verificar "in loco" todas as condições propicias para construções que acumulem água das chuvas, evitando as perdas por escoamento durante o processo de chuvas, ou mesmo o efeito de evaporação elevada durante o armazenamento das águas. Para associar este planejamento, promover técnicas de maior infiltração de água, que auxilia em prolongar maior tempo de umidade o que produz maior chance de sucesso na produção agrícola de sequeiro

CONCLUSÕES

Após a observação dos resultados, tem-se que a demanda por água da população pode ser suprida pela precipitação do município, porém em períodos críticos onde as chuvas são abaixo da média esperada, a escassez de água é um problema para os habitantes, em frente a estas dificuldades encontradas pelos moradores desta região as técnicas de contenção de água e conservação do solo, assim como práticas de melhoramento da fertilidade do solo, se fazem necessárias para uma visão sustentável da região.

Técnicas e obras que minimizem o efeito de evaporação dos mananciais e solo, associado a captações de água superficiais que evitem perdas de escoamento em momentos de enxurradas são caminhos apresentados para um desenvolvimento econômico e com visão sustentável.

Dentro das técnicas recomendadas existem as barragens subterrâneas que propiciam a exploração agrícola em sua bacia hidráulica, associado sempre a um poço amazonas em sua montante para investigações quanto ao nível do lençol freático retido e os níveis de sais.

Obras de obstáculos superficiais, seja em riachos ou encostas, semelhantes a BAPUCOSA'S , Base zero, terracemento com tiras de pneus (TETIP's), também são técnicas eficazes para a contenção de água e solo, para regiões onde ocorrem intensas chuvas em curto tempo, e longo período de intervalo entre chuvas, além do pouco volume de água anual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA. Previsão do Tempo – chuvas. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br. Acesso em 09 de maio de 2012.

BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. 120p.

Fundação Instituto Brasileiro de geografia e Estatística – FIBGE. Produção agrícola municipal 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br. Acesso em: 12 de maio de 2012.

ORTEGA, E.; PADILHA, J. A.; ZANGHETIN, M. F. de L. O uso da água nas micro-bacias hidrográficas do semi-árido Do nordeste brasileiro e o conceito base zero. In: Proceedings of IV Biennial International Workshop "Advances in Energy Studies", 2004, Campinas, pages 65-72.

SOUZA FILHO, F. de A. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. 1.ed. Campina Grande: Editora Instituto Nacional do Semiárido, 2011. 440p.

ToolServer - Geohack. Disponível em: http://toolserver.org. Acesso em 12 de maio de 2012.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

AVALIAÇÃO DO SANEAMENTO AMBIENTAL NO ASSENTAMENTO VENÂNCIO TOMÉ DE ARAÚJO, MUNICIPIO DE CAMPINA GRANDE –PB

Vitória de Queirós Celestino[1], Soahd Arruda Rached Farias[2],
Luciano De Brito Junior[3] & Jogerson Pinto Gomes Pereira[4]

Resumo: Este trabalho teve como objetivo avaliar o saneamento ambiental no assentamento rural do município de Campina Grande (Venâncio Tomé de Araujo), através de informações dos assentados e da qualidade quanto ao teor de sais nos corpos de águas mais expressivos por eles utilizados com fins de consumo humano, animal e/ou irrigação. A coleta ocorreu em outubro de 2011 e sendo georeferenciadas todas as fontes de água superficiais visitadas, sendo classificadas quanto ao seu uso pelos parâmetros Condutividade elétrica e potencial hidrogeniônico. Após analises das águas as melhores fontes de águas superificais, foram dois pequenos açudes, indicando necessidade de preservação do referido afluente, com mata ciliar e isolamento para animais não adentrarem e contaminarem com excrementos. Pelo resultado da qualidade das outras fontes, para consumo humano recomenda-se incrementar obras de cisternões com calçadões e cisternas coberta que acolhe melhor qualidade de água, sem teores elevados de sais e evita evaporação elevada.

Palavras-Chave:. Recursos hídricos, sustentabilidade, Salinidade

INTRODUÇÃO

Considerando que cada local, tem sua posição geográfica inserida em uma microbacia/bacia hidrográfica associado ao seu relevo, solo, clima, cobertura vegetal, historia e costumes, é muito importante que o técnico de assistência ao produtor rural, saiba extrair todas estas particularidades, para poder indicar melhores obras de captação, orientar o bom uso, e alertar dos limites da exploração do solo, pois o bioma da Caatinga tem a particularidade de ser extremamente forte e adaptado as características do clima, mas é altamente vulnerável as ações antrópicas, esgotando e desertificando o ambiente, afastando cada vez mais a permanência digna dos camponeses.

A indicação de determinadas obras de captação de água para o semiárido, onde as regiões possuem alta evaporação e baixa precipitação, torna-se determinante que as obras de pequeno porte sejam cobertas (cisternas, cisternões...) e/ou subterrâneas (Barragens subterrâneas), como forma de preservar mais tempo o acúmulo de água obtido durante as chuvas.

O cuidado em conservar os solos agrícolas está ligado a prosperidade de poder infiltrar mais água durante as chuvas, disponibilizar mais nutrientes e consequentemente garantir uma produção, mesmo em situações de intervalos mais longos de precipitação.

O presente trabalho propõe avaliar as condições de saneamento ambiental existente no assentamento Venâncio Tomé de Araújo, do município de Campina Grande , identificando fontes de água e classificando-as quanto ao teor de sais para fins de consumo humano, irrigação e dessedentação animal.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área

Caracterização da vegetação, clima e solos da região: A vegetação predominante é do tipo caatinga hipoxerófila em área de transição para caatinga hiperxerófila. Apesar de ocupar cerca de mais de 80% da área

[1] Engenheira Agrícola, Campina Grande – PB, 88516638, vitoriaq@hotmail.com
[2] Professora Adjunta da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola/CTRN- UFCG
[3] Professor Assistente da Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas/CSTR- UFCG
[4] Professor Adjunto da undiade Acadêmica de Engenharia Agrícola CTRN-UFCG

do Assentamento em estudo, a cobertura vegetal necessita urgente de cuidados especiais, voltados principalmente para o uso racional, implantação de sistemas de manejo sustentado da caatinga e recomposição da flora, para que se possa dar continuidade à exploração desta área, principalmente com pecuária extensiva. (SOUZA 2004)

O clima tem caráter heterogêneo, apresentando grande variabilidade. Assim, o Assentamento sofre influência dos climas que predominam nesta Microrregião, ou seja, apresenta características de clima Mediterrâneo quente ou nordestino de seca atenuada e Mediterrâneo quente ou nordestino de seca média com períodos secos variando entre 4-7 meses, segundo Gaussen (BRASIL, 1972), e índice xerotérmico entre 100-150. A temperatura média gira em torno de 22ºC com umidade relativa variando de 75-83%. Na zona rural de Campina Grande, segundo AESA (2012) em mapa de precipitação média na faixa da longitude de 36º 00' 00" a precipitação média acumulada esperada no no ano fica em torno de 600 mm, inferior ao centro urbano do município. Os solos predominantes é do tipo Solonedz Solodizado com a classe do uso do solo previsto para maior sustentabilidade ao local sendo orientado pata terras não devendo ser cultivadas devido a severas limitações, mas indicadas para culturas permanentes e reflorestamento

Recursos hídricos do assentamento

Observa-se o assentamento está inserido na sub-bacia do Riacho São Pedro, afluente da sub-Bacia do Rio Bodocongó. Tendo como manancial mais expressivo, chamado pelo antigo nome da fazenda, o açude Quixaba.

Segundo relato de avaliação do INCRA para desapropriação da Fazenda Quixaba no inicio do século 2000, o atual assentamento Venâncio Tomé de Araújo e com duas associações desejando ainda desmembrar-se em dois Assentamentos: Venâncio Tomé de Araújo e Assentamento Vitória, segundo avaliação no período da desapropriação, existiam 09 cisternas, 01 poço tubular (atualmente desativado) e o grande açude Quixaba, estimado em 6.000.000 m^3.

Após percorrer as fontes principais dos assentamentos e alguns pequenos açudes em lotes particulares, obteve-se os pontos georeferenciados e identificados em mapa da rede de drenagem do local (Figura 1), através do Google Earth (2012), e também identificado pelo site da AESA (2012) quanto a sua predominância de solo e capacidade de uso do solo.

Figura 1. Imagem de satélite pancromática, do satélite Spot, disponibilizada pelo Google Earth (2012) identificando espacialmente os pontos coletados e as respectivas fontes e seus espelhos de água

Levantamento de dados e Caracterização do assentamento

Foram recolhidas informações genéricas através de entrevistas com assentados e dirigentes dos assentamentos, quanto aos aspectos relativos aos aspectos de características físicas dos assentamentos, localização de fontes de águas mais importantes com reconhecimento do seu uso e georeferenciamento, existência de atividades exploradas diretamente com alguma fonte de água, se existia acolhimento de água de chuva através de cisternas, se existia esgotamento sanitário das privadas e respectivo sistema de tratamento dos efluentes domésticos, qual o destino mais comum dos resíduos sólidos procedido pela comunidade, qual a forma de tratamento de água mais usual para consumo humano

Os pontos georeferenciados das coletas de água estão descritas na Tabela 1

Tabela 1. Dados de georeferenciamento de pontos de coleta de água da fontes hídricas visitadas nos assentamentos Venâncio Tomé de Araújo, zona rural de Campina Grande, PB

Fonte de água	Latitude			Longitude			Altitude (m)
	grau	min	sec	grau	min	sec	
Assentamento Venâncio Tomé de Araújo/Vitória (Antiga Fazenda Quixaba)							
1	-7	19	11,3	-36	2	49,0	439
2	-7	19	7,4	-36	2	52,7	440
3	-7	19	3,1	-36	2	18,7	448
4	-7	20	42,2	-36	2	24,8	420
5	-7	18	45,9	-36	2	33,5	

Determinação dos parâmetros físicos: condutividade elétrica da água (CEa) e pH das fontes visitadas

Durante visita as fontes indicadas, foi georeferenciado no local de acesso a amostra de água, sendo encaminhado para o laboratório visando obter dados de condutividade elétrica da água (CEa) e do potencial hidrogeniônico (pH) da água, onde tais parâmetros permitem obter classificação para seu uso para fins de consumo humano, irrigação e dessedentação animal referente a esses dois parâmetros avaliados,. Durante as coletas de água, foram recolhidas amostras de água em garrafas plásticas previamente lavadas e conduzidas até o Laboratório de Irrigação e drenagem/UAEA/UFCG, e através do condutivímetro de bancada QUIMIS Q405M e o PHmetro Digmed.

Obteve-se valores de condutividade elétrica da água (dS m^{-1}) e pH . Referente aos limites máximos para fins de consumo humano, foi avaliado através da Portaria n 518/2004, quanto ao pH que indica limites de consumo entre 6,0 e 9,5, além do valor Máximo permitido (VMP) para o teor Sólidos Totais Dissolvidos na água (STD) em 1.000 mg/L, e nesta avaliação foi correlacionado o fator 640 (Richard, 1954), para obter a equivalência de condutividade elétrica da água ao VMP de 1,56 dS m^{-1}.

A classificação quanto a salinidade para fins de irrigação foi baseada na avaliação produzida pelo Comitê dos Consultores da Universidade da Califórnia-UCCC (1974), e para avaliação dos limites toleráveis de sais para dessedentação animal foi considerado indicação através Academia Nacional de Ciências dos EUA (1972), ambas classificações citadas por Ayers & Westcot, (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos de saneamento ambiental dos assentamentos Venâncio Tome de Araújo/Vitória

Em conversa coletiva com um grupo de aproximadamente 25 assentados, recolhe-se algumas informações do aspecto do saneamento básico e organizacional/gestão do local:

Assentamento atualmente com 82 assentados, e muitas casas abandonadas, segundo informaram tem construídas 252 casas em 04 setores designados de agrovila A, B, C e D, sendo muitas abandonadas.

Existe conflito de duas entidades (lideranças) dentro do mesmo assentamento onde desejam dividir em dois assentamentos, Venâncio tome de Araújo e Vitoria.

Possui assistência técnica do INCRA através da COONAP. Cooperativa de trabalho múltiplo de apoio as organizações de autopromoção.

Existe uma grande caixa da água, mas não foi instalado a adutora que traria abastecimento do açude grande (Quixaba) -Fonte 4, identificada com elevado teor de sais após analise de condutivibilidade elétrica.

Todas as casas tem fossas sumidouro, porém identifica-se apenas 20 cisternas existentes (conforme relato dos assentados) como funcionais pelos seus usuários (incluindo abastecimento de carro pipa), mas algumas cisternas a mais estão abandonadas, destruídas e/ou sem cobertura.

Os resíduos sólidos e não orgânicos é comum ser queimado, mas sempre existem situações de relaxamento quanto ao descarte do mesmo por alguns assentados.

Qualidade das águas superficiais do assentamento e seus usos.

O Diagnóstico foi realizado no mês de outubro de 2011, visando obter a qualidade da agua quanto ao teor de sais em período mais seco na região, e sua forma de preservação e armazenamento dentro dos mananciais existentes e assim como a finalidades de diversos usos na comunidade, foram coletadas água de 5 fontes do Assentamento Venâncio tome de Araújo/Vitória.

Assentamento Venâncio tome de Araújo/Vitória: No Quadro 1 podemos observar os dados coletado no laboratório sobre a salinidade (CEa) e pH das águas nas fontes, no assentamento Venâncio tome de Araújo/Vitória tendo assim o grau de restrição para uso na irrigação, consumo humano e animal.

CONCLUSÃO

A maior fonte de água superficial do assentamento é de qualidade inferior, não sendo indicada para consumo humano e irrigação, e de restrição para vários tipos de animais.

Os níveis de sais dos maiores açudes exige acompanhamento mensal do nível de salinidade para obter maior grau de confiança no caso dos mesmos utilizarem com fins de dessedentação animal.

Considerando as taxas de alta evaporação dos espelhos de água de açudes e os níveis de salinidade elevado nos grandes reservatórios do assentamento Venancio Tomé de Araujo, as melhores fontes de água para consumo humano está em acolher a água de chuva através de cisternas, utilizando como meio de captação os telhados, lajedos e calçadões evitando a contaminação de sais e excrementos animais. Porém elas devem ser dimensionadas (múltiplas) pela capacidade de atender a quantidade de pessoas por famílias, garantido água em mínima quantidade, de boa qualidade para beber e cozinhar.

O assentamento está com baixo número de cisternas ativas, mesmo existindo casas abandonadas que poderiam acolher para estes reservatórios fechados, o que aumentaria potencialmente reserva hídrica para todos assentados atuais.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/index.php acessada em maio de 2012.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A Qualidade da água na agricultura. Estudos, irrigação e drenagem a 29 Revisado 1. 2 Ed. Campina Grande, UFPB, 1999, 153p

FERNANDES, M. F. "Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras de parte do Setor Leste da Bacia do Rio Seridó, Usando Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Campina Grande, 1997.

SOUSA R. F; MOTTA J. D.;GONZAGA E. N.; FERNANDES M.F.;SANTOS M. J. Aptidão agrícola do assentamento Venâncio Tomé de Araújo para a cultura da Mamona (Ricinus communis – L.) 2004. 17p.

Quadro 1. Informações gerais coletadas in loco e por analise de condutividade elétrica, pH e seu grau de restrição para as fontes de água visitadas

Fonte de Água – 01		
Açude de banho, acesso e consumo direto por animais, recreação, não lava roupa, pois corta a espuma do sabão		
CEa	pH	Tipo de Solo
7,432ds/m	6,83	Solonetz-Solodizado
Grau de restrição ao uso*		
Irrigação: Severo grau de restrição (acima de 3 dS/m) *Consumo Humano:* Não aconselhável devido Ce> 1,56 ds/m e dentro dos padrões de pH *Consumo Animal*: pode causar diarréia, redução do consumo de água e da produtividade e morte;		
Fonte de Água – 02		
Açude de beber lado da sede do assentamento Venâncio Tome de Araújo, porem existe contato de animais no ambiente		
CEa	pH	Tipo de Solo
0,1674 ds/m	6,36	Solonetz-Solodizado
Grau de restrição ao uso*		
Irrigação: Nenhuma grau de restrição (abaixo de 0,7 dS/m) *Consumo Humano:* Aconselhável devido CEa < 1,56 dS/m – tratada e pH da água mantido na faixa de 6,0 a 9,5. *Consumo Animal*: Considerada Excelente		
Fonte de Água – 03		
Açude de beber, levar água para todas as atividades domésticas, é cercada e única fonte do estudo que é realmente protegido de acesso dos animais e fica próximo a agrovila a e b		
CEa	pH	Tipo de Solo
0,08863 ds/m	6,74	Solonetz-Solodizado
Grau de restrição ao uso*		
*Irrigação:*Nenhuma grau de restrição (abaixo de 0,7 dS/m) *Consumo Humano: o mais baixo nível de salinidade, para este parâmetro de* CEa < 1,56 ds/m , e pH da água mantido na faixa de 6,0 a 9,5. *Consumo Animal*: Excelente		
Fonte de Água – 04		
Açude grande do assentamento, conhecido por Açude Quixaba, só pesca e recreação, pouco usado pela distancia da sede. Esta fonte em set/2007 através do projeto MAQUASU- UFCG/FUNASA, obteve CEa =9,2 ds/m		
CEa	pH	Tipo de Solo
3,282 ds/m	7,39	Solonetz-Solodizado
Grau de restrição ao uso*		
Irrigação: Severo grau de restrição (acima de 3 dS/m) *Consumo Humano:* Não aceitável devido CEa> 1,56 dS/m *Consumo Animal*: pode causar diarréia, redução do consumo de água e da produtividade e morte;		
Fonte de Água – 05		
Riacho com água empoçada, que atravessa a estrada vicinal de acesso a sede e faz parte da drenagem do açude 01, apenas com uso para fins de consumo animal		
CEa	pH	Tipo de Solo
16,119ds/m	7,09	Solonetz-Solodizado
Grau de restrição ao uso*		
Irrigação: Severo grau de restrição (acima de 3 dS/m) *Consumo Humano:* Descartada para consumo humano decorrente do elevado nível de sais existente na água, bem superior ao VMP de CEa> 1,56 ds/m *Consumo Animal*: Nível elevado e acima do permitido até para os animais mais resistentes, portanto não aconselhável para uso animal;		

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

BALANÇO HÍDRICO COMO PLANEJAMENTO AGROPECUÁRIO PARA A CIDADE DE CABACEIRA, PARAÍBA

Camilla Kassar Borges[1], Raimundo Mainar de Medeiros[2], Maria da Conceição Marcelino Patrício[5], Paulo Roberto Megna Francisco[4] & Virginia Mirtes de Alcântara da Silva[3]

Resumo: A elaboração do balanço hídrico mensal para a cidade de Cabaceira, Paraíba, visando o planejamento agropecuário, foi determinado a partir do método de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando uma Capacidade de Armazenamento de Campo (CAD) de 100 mm. Foram utilizados dados da temperatura média do ar do período de 1950 a 2010, estimadas através da utilização do software "Estima – T", desenvolvido pelo Departamento de Ciências Atmosférica (DCA), da Universidade Federal de Campina Grande, PB. Utilizou-se também, dados de precipitações mensais para o período de 1926 a 2011,fornecido pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). O balanço hídrico calculado resultou em doze meses de deficiência hídrica e não ocorrendo excedente hídrico em nenhum mês, sendo o déficit hídrico acumulado de 910,0 mm. A evapotranspiração potencial é praticamente quatro vezes comparada aos índices pluviométricos, e evaporação real é superior a precipitação.

Palavras-chave: evapotranspiração, evaporação, balanço hídrico.

INTRODUÇÃO

As informações das condições climáticas de uma determinada região são necessárias para que se possam instituir estratégias, que visem o manejo mais adequado dos recursos naturais, planejando dessa forma a busca por um desenvolvimento sustentável e a implementação de práticas agropecuárias viáveis e seguras para o meio ambiente.

A contabilização da água contida no solo, e a forma de medir a quantidade de água que entra e sai deste solo é dada pelo balanço hídrico. Sendo as entradas representadas pela precipitação, irrigação, orvalho, escorrimento superficial, drenagem lateral e ascensão capilar, e as saídas ou perdas são representadas pela evapotranspiração, escorrimento superficial, drenagem lateral e drenagem profunda (SENTELHA, apud CARVALHO, 2004).

O planejamento hídrico é a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, assim, o balanço hídrico permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica do solo ao longo do tempo. O balanço hídrico tomado como unidade de gerenciamento, permite classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos (LIMA, 2009). Assim, a primeira avaliação de uma região é o balanço, a partir do qual se determina a contabilização de água de uma determinada camada do solo, onde se define os períodos secos (deficiência hídrica) e úmidos (excedente hídrico) de um determinado local (REICHARDT, 1990). Deste modo, a técnica permite a identificação de áreas onde as culturas podem ser exploradas com maior eficácia (BARRETO et al., 2009).

O objetivo principal será fornecer maiores informações sobre os aspectos climáticos do município de Cabaceira, PB, estabelecendo o balanço hídrico climático através do método de Thornthwaite como ferramenta ao planejamento agropecuário.

[1] Mestranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande – PB. 58.429.900. (83) 2101.1400. camilakassar@gmail.com
[2] Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, mainarmedeiros@gmail.com
[3] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, paulomegna@gmail.com
[4] Mestranda em Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB, ceicca@gmail.com
[5] Bióloga, Pós- Graduanda em Geoambiência e Recursos Hídricos no Semi-árido-UEPB - virginia.mirtes@ig.com.br

MATERIAIS E MÉTODOS

A área em estudo compreende o município de Cabaceira, localizado no estado da Paraíba com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 07º30' Sul, longitude 36º17' Oeste e uma altitude média em relação ao nível do mar de 390 metros.

Foram utilizados dados da temperatura média do ar estimada através da utilização de um software "Estima – T", desenvolvido pelo Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), referente ao período de 1950 a 2010 e dados de precipitações mensais obtidos junto a AESA para o período de 1926 a 2011; adotou-se o CAD igual a 100 mm. Para este estudo utilizou-se o método do balanço hídrico climatológico desenvolvido por Thornthwaite & Mather (1955), sendo uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo em escala, através de valores médios mensais e anuais, (normal climatológica). Utilizando-se dos dados de temperatura do ar e chuva para o calculo do balanço, o qual fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), deficiência hídrica (DEF), excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água do solo (ARM). Este tipo de análise torna-se assim um indicador da disponibilidade hídrica em uma região, para um grupo de culturas, além de ser uma ferramenta empregada em distintas áreas do conhecimento. Para o cálculo do balanço foram utilizadas planilhas eletrônicas desenvolvidas no Excel, segundo Rolim e Sentelhas (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do balanço hídrico médio mensal para a cidade de Cabaceiras, estão representados na Tabela 1 e nas Figuras 1 e 2, permitindo uma melhor visualização da variação dos principais dados mensais agrometeorológico ao longo do ano. O município apresenta uma precipitação anual de 336,6 mm com oitenta e seis de dados observados, o quadrimestre mais chuvoso são os meses de março a junho com oscilações entre 42,3 a 60,2 mm respectivamente, e os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro os valores dos índices pluviométricos variam de 3,4 a 9,3 mm. A evapotranspiração (1.248,3 mm) fica em torno de quatro vezes em relação ao valor da precipitação total anual, favorecendo a deficiência hídrica.

Pode-se observar que não houve excedentes hídricos durante o ano, a deficiência hídrica ocorreu nos dozes meses, com um valor anual de 910,0 mm. A evapotranspiração potencial anual foi de 1.248,3 mm, com índices mensais oscilando entre 79,2 (julho) a 127,0 mm (dezembro). A diferença entre EVR e a PREC anuais é de 1,8 mm. Para a componente de deficiência hídrica DEF, destaca-se o período chuvoso e o de baixos

Tabela 1. Valores médios dos componentes do balanço hídrico climático. Tméd = temperatura média do ar, Prec = precipitação, EPT = evapotranspiração, EVR = evaporação real, DEF = deficiência hídrica, EXC = excedente hídrico

Meses	Tméd (ºC)	Prec (mm)	EPT (mm)	EVR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	25,3	23,0	123,1	22,2	100,9	0,0
Fev	25,1	39,2	111,3	39,7	71,6	0,0
Mar	24,8	59,8	117,3	59,4	57,9	0,0
Abr	24,5	60,2	107,5	59,8	47,7	0,0
Mai	23,7	42,3	99,0	41,2	57,8	0,0
Jun	22,6	43,5	82,1	43,4	38,7	0,0
Jul	22,1	36,8	79,2	36,3	42,9	0,0
Ago	22,4	14,9	83,1	14,5	68,6	0,0
Set	23,3	5,2	91,9	5,3	66,6	0,0
Out	24,3	3,4	109,6	3,5	106,1	0,0
Nov	25,0	3,8	117,3	3,7	113,6	0,0
Dez	25,3	9,3	127,0	9,4	117,6	0,0
Anual	24,0	336,6	1.248,3	338,4	910,0	0,0

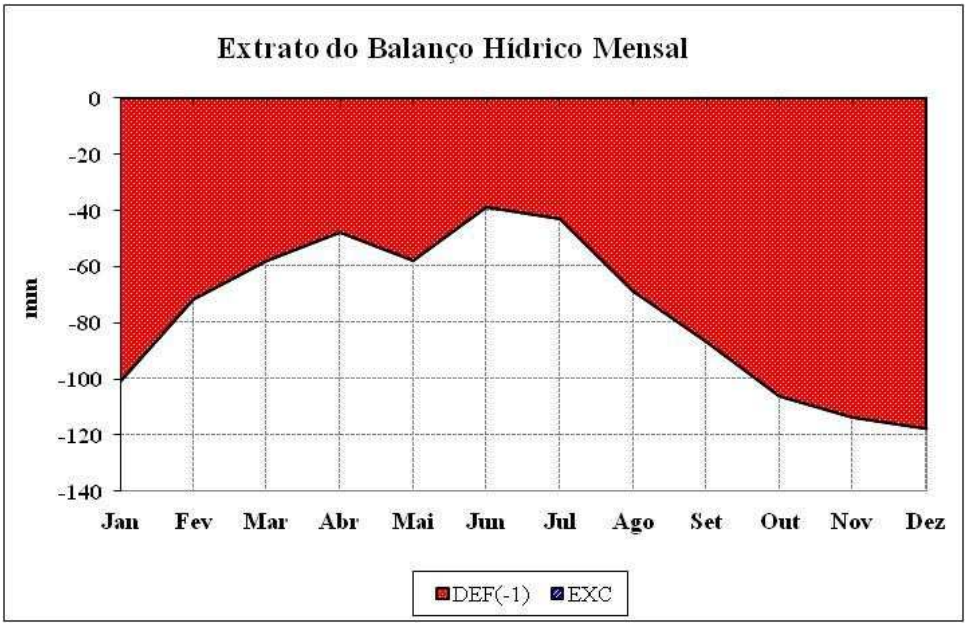


Figura 1. Gráfico do extrato do balanço hídrico mensal para Cabaceira, PB

Figura 2. Gráfico do balanço hídrico para o município de Cabaceira, PB. Método de Thornthwaite e Mather (1955), para o período de 1926-2011

valores de precipitação, com variações de 38,7 mm (junho) a 117,6 mm (dezembro) com um total anual de 910,0 mm.

Para os produtores rurais do município de Cabaceira, PB, o balanço hídrico é fundamental para o estabelecimento de estratégias que visem minimizar perdas e aumentar a produção agropecuária. No aspecto geral, a irrigação é uma forma artificial de suprir as necessidades hídricas das culturas do setor agropecuário, possibilitando o desenvolvimento de plantas e animais e de forma otimizada (BARRETO et al., 2003). Em regiões áridas e semiáridas, como é o caso da cidade de Cabaceiras, salienta-se que é de extrema necessidade o uso de água de poços tubulares, cacimbão e de outras fontes de armazenamento para a sobrevivência humana, animal e vegetal, contribuindo deste modo o setor ao agropecuária dessas regiões.

CONCLUSÕES

A evapotranspiração potencial é em torno de quatro vezes maior do que os índices pluviométricos ocorridos. Sendo assim é de extrema importância para o setor produtivo agrícola e pecuarista, o uso de formas alternativas de captação e armazenamento de água, para suprir de maneira sustentável as necessidades de água das produções. Pois como foi constatado, o déficit hídrico ocorre ao longo ano, pressionando a criação de opções para solucionar problemas de abastecimento dessa região em que as chuvas são bastantes irregulares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Barreto, A. N.; Silva, A. A. G. Bolfe, E. L. Irrigação e drenagem na empresa agrícola: impacto ambiental versus sustentabilidade. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. 418 p.

Barreto, P. N.; Silva R. B. C.; Souza, W. S.; Costa, G. B.; Nunes, H. G. G. C.; Sousa, B. S. B. Análise do balanço hídrico durante eventos extremos para áreas de floresta tropical de terra firme da Amazônia Oriental. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2009, Belo Horizonte. Anais Belo Horizonte. CD.

Carvalho, D. M.; Costa, J. E. A Intervenção do Estado em Infraestrutura e o Processo de Circulação de Hortifrutigranjeiro em Itabaiana/SE. Scientia Plena, v.6, n.3, 2010.

Carvalho, S. M., Stipp, N. A. F. Contribuição ao Estudo do Balanço Hídrico no Estado do Paraná: Uma Proposta de Classificação Qualitativa. Geografia, Londrina, v.13, n.1, JAN./JUN. 2004.

Lima, F. B.; Santos, G. O. Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo. 2009. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.

Reichardt, K. A água em sistemas agrícolas. Barueri (SP): Manole, 1990.

Rolim, G. S.; Sentelhas, P. C. Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955). Piracicaba. ESALQ. 1999. CD-ROM.

Sentelhas, P. C. , Pereira, A. R., Angelocci, L.R. Meteorologia Agrícola. Piracicaba–SP. Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências Exatas, fevereiro, 1999.p 46-70.

Thornthwaite, C. W.; Mather, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E AGROCLIMÁTICAS DE AÇUDES DA MICROBACIA DO RIACHO PONTAL, EM PETROLINA, PE[1]

Luiza Teixeira de Lima Brito[2], Lúcio Alberto Pereira[3],
Magna Soelma Beserra de Moura[4] & Nilton de Brito Cavalcanti[5]

Resumo: O abastecimento de água de comunidades rurais do semiárido é realizado, dentre outras poucas alternativas, por meio de açudes. Para famílias rurais vivendo em áreas afetadas pela seca, a disponibilidade de água é muito importante. Então, este trabalho teve o objetivo de realizar o balanço hídrico, com ênfase na qualidade da água e do solo, em cinco açudes da microbacia do Riacho Pontal, em Petrolina, PE. Para isso, foram selecionados cinco açudes e coletadas amostras de água e solos para análise no período de 2008 a 2011. As características climáticas da microbacia do Riacho Pontal foram monitoradas por meio de duas estações agrometeorológicas instaladas nos açudes Barreiro e Cruz de Salinas. Os resultados apontaram similaridade entre as variáveis meteorológicas estudadas e para o déficit hídrico climático em todos os meses. De modo geral, as características dos solos apresentaram-se adequadas para uso agrícola. A qualidade das águas quanto aos aspectos físico-químicos apresentaram-se dentro dos padrões; no entanto, durante a maior parte dos meses, as águas apresentaram risco de contaminação por bactérias. Estes resultados apontam para necessidade da implementação de práticas de manejo e conservação de solo e água nos ambientes estudados.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os países de maior reserva de água doce, com 13,8% do deflúvio médio mundial. Porém, devido às suas dimensões geográficas e diversidade climática, algumas regiões sofrem graves problemas de escassez de água, como o Semiárido, afetando seriamente o desenvolvimento socioeconômico. A Região Nordeste, onde está inserido o Semiárido brasileiro, concentra apenas 3% do volume de água disponível, dos quais, 63% se encontram na bacia hidrográfica do rio São Francisco e 15% na bacia do rio Parnaíba (ABDL, 2005).

O baixo volume de água disponível torna-se mais preocupante diante da sinalização das mudanças climáticas, apontada nos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC, 2007), com previsões de secas, inundações, tempestades, doenças, extinção de espécies, aumento do nível do mar. No Brasil, esses impactos poderão ser mais severos no Semiárido, que tende a ficar mais seco devido, principalmente a redução de 15 a 20% das chuvas e ocorrência de secas mais intensas; redução em até 70% no nível de água dos reservatórios subterrâneos; aumento nas taxas de evaporação dos reservatórios de águas superficiais, entre outras.

No contexto das bacias hidrográficas, Lima (2008) as classifica em grandes e pequenas não apenas com base em sua superfície, mas, também nos efeitos do deflúvio. Assim, define "microbacia" como sendo a área que a sensibilidade a chuvas de alta intensidade e às diferenças de uso do solo não sejam suprimidas pelas características da rede de drenagem. De acordo com tal definição, a área de uma microbacia pode variar de menos de 1 ha a até 40 ha, em algumas situações, até 100 ha ou mais.

A implementação do Plano de Recursos Hídricos como componente da Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (BRASIL, 1997) no âmbito de (micro) bacias hidrográficas é um grande desafio, visto que a consciência para a necessidade de solução dos problemas relativos à quantidade e qualidade da água, ainda

[1] Pesquisa desenvolvida com apoio do CNPq (Processo 471160/2008-3)
[2] Eng. Agrícola, Dr. Pesquisadora, Embrapa Semiárido. BR 428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal 23. CEP 56302-970. Petrolina, PE, E-mail: luizatlb@cpatsa.embrapa.br
[3] Ecólogo. Dr. Pesquisador, Embrapa Semiárido. E-mail: lucio.ap@cpatsa.embrapa.br
[4] Eng. Agrônoma, Dr. Pesquisadora, Embrapa Semiárido. E-mail: magna@cpatsa.embrapa.br
[5] Administrador de Empresas, M.Sc. Extensão Rural. Embrapa Semiárido. E-mail: nbrito@cpatsa.embrapa.br

são incipientes em escala global. Outra dificuldade consiste em entender como "gerir" um recurso (água) em uma microbacia em que a maioria dos meses do ano não há disponibilidade, dificultando, assim, a "construção de consenso" durante o processo participativo.

Na microbacia do riacho do Pontal, as chuvas apresentam-se em curtos períodos, entre 3 e 5 meses por ano, porém, têm importância fundamental no aumento da disponibilidade de água para o consumo das famílias; para agricultura, principalmente, a de subsistência; para o consumo animal; além de renovar a água das fontes hídricas. Esta microbacia está inserida entre as mais vulneráveis às adversidades climáticas. As frequentes secas e a variabilidade nos estoques de águas dos reservatórios têm confirmado esta suposição. Assim, tornam-se relevantes estudos sobre manejo da água e dos solos visando à definição de alternativas para aumentar a eficiência de uso e manutenção da qualidade das águas. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi realizar o balanço hídrico, com ênfase na qualidade da água e do solo, em cinco açudes da microbacia do Riacho Pontal, em Petrolina, PE.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na microbacia do riacho do Pontal, que tem, aproximadamente, 80% de sua área inserida no município de Petrolina, PE, que integra, em conjunto com os municípios de Lagoa Grande, Santa Maria da Boa Vista e os municípios baianos de Juazeiro, Remanso, Casa Nova e Sobradinho, a Região de Desenvolvimento Econômico Integrado - RIDE - São Francisco, totalizando aproximadamente 655 mil habitantes, numa área com cerca de 34.000 km². O município de Petrolina apresenta elevados indicadores sociais, os quais estão relacionados à contribuição socioeconômica proveniente do segmento da agricultura irrigada, dada à presença do rio São Francisco.

A microbacia hidrográfica do riacho do Pontal corresponde à Unidade de Planejamento Hídrico UP13 e está localizada no extremo oeste do Estado de Pernambuco, entre 08º19'00" e 09º13'24" de latitude sul, e 40º11'42" e 41º20'39" de longitude oeste, limitada ao norte pela bacia do riacho das Garças (UP12) e o Estado do Piauí; ao sul pelo Estado da Bahia e grupo de microbacias de pequenos rios interiores - GI8 (UP27); a leste pela bacia do riacho das Garças e o grupo de microbacias de pequenos rios interiores 7 - GI-7 (UP26); e a oeste pelos estados do Piauí e Bahia (Figura 1). O clima da região é classificado como Semiárido quente (BSwh'), cuja precipitação pluviométrica média anual é de 557,7 mm (MOURA et al., 2007).

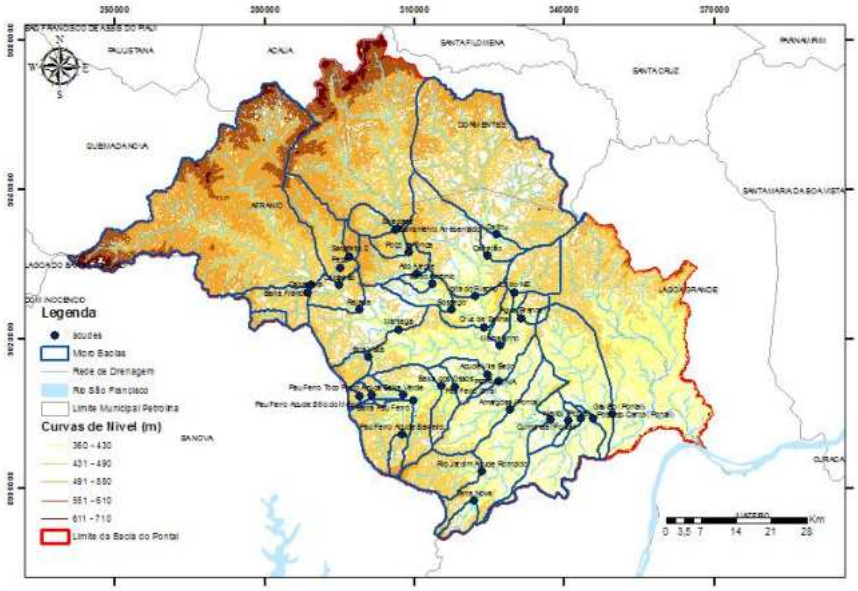


Figura 1. Rede de drenagem da microbacia do riacho do Pontal

Foram selecionados os açudes Barreiro, na Comunidade de Pau Ferro; Satisfeito I, na Comunidade de Cristália; Cruz de Salinas, na Comunidade de Cruz de Salinas; Caititu, na comunidade de mesmo nome e Pereiro, na comunidade de Pau Ferro. Nestes, foi realizado o monitoramento da qualidade da água, quanto aos aspectos físico-químicos e bacteriológicos, e dos solos, no período das chuvas e sem chuvas.

No ano hidrológico 2010-2011, nos açudes Barreiro e Cruz de Salinas, representativos da microbacia, foram instaladas duas estações agrometeorológicas automáticas (Figura 2) objetivando realizar o monitoramento dos elementos meteorológicos (temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento, precipitação e radiação solar) necessários para realização do balanço hídrico climático de acordo com Thornatwaite-Matter (1955), utilizando-se de planilha eletrônica disponibilizada por Rolin et al. (1999).

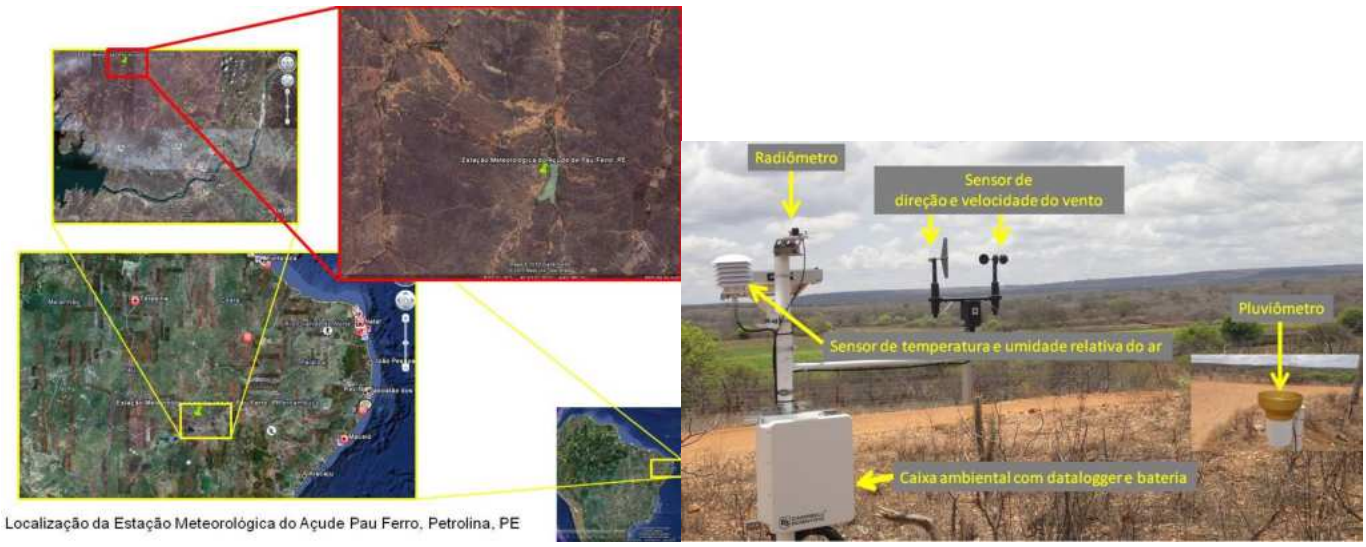


Figura 2. Localização da Estação Meteorológica do Açude Barreiro, no Petrolina, PE e seus componentes. Fonte das imagens: Google Earth, Acesso em 01-11-2010. Composição: Magna S.B. de Moura

As análises físico-químicas da água consistiram na determinação dos seguintes elementos: cálcio (Ca^{++}), magnésio (Mg^{++}), sódio (Na^{+}), potássio (K^{+}), carbonatos (CO^{-}_{3}), bicarbonatos (HCO^{-}_{3}), sulfatos (SO^{-}_{4}), pH, cloretos (Cl^{-}), e sólidos dissolvidos totais (SDT); enquanto as bacteriológicas foram referentes aos coliformes fecais, totais e bactérias heterotróficas. Todas essas análises seguiram procedimentos padrão recomendados por (APHA, 1995). Estudos visando à caracterização dos solos marginais dos reservatórios foram realizados para sugerir ações mitigadoras de redução de sua degradação. Assim, foram feitas coletas de solo para determinação de pH, condutividade elétrica, fósforo (P_2O_3), potássio (K^{+}), sódio (Na^{+}), acidez trocável ($H^{+}+Al^{+++}$), hidrogênio trocável, cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), alumínio trocável (Al^{3+}), soma de bases trocáveis (S) e capacidade de troca de cátions (T).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização hidráulica

O riacho Pontal recebe o nome Cachoeira do Roberto na sua nascente, no Piau, e, a partir do municpio de Petrolina, PE, passa ser chamado pelo nome que dado sua bacia hidrográfica, desembocando na margem esquerda do rio São Francisco, depois de percorrer 200 km, aproximadamente. Tem como principais cursos d'água, os riachos Caieira, Sítio Novo, Terra Nova e Simão (margem direita) e os riachos do Caboclo, Caldeiro, Dormente, Baixo, Areial e Serra Branca (margem esquerda). Esta microbacia est inserida na área do cristalino, com altitude variando entre 710 e 360 m. A declividade apresenta variações de 0 a 33 graus em seu relevo. Sua

forma assemelha-se a um losango no sentido noroeste-sudeste, onde seus eixos principal e secundário medem cerca de 120 e 90 km, respectivamente. Predominam os Latossolos rasos, pouco frteis, baixo teor de argila e capacidade de troca de cátions. Próximo ao rio São Francisco encontram-se manchas aluvionares.

Na parte alta da microbacia os cursos são mais encaixados com vales em forma de "V e em seu médio e baixo curso, onde predominam as baixas velocidades de escoamento superficial seu vale assume a forma em "U, apresentando em alguns trechos planícies de inundação, cujo padrão de drenagem classificado como dentrítico.

As observações feitas durante as visitas a campo permitiram inferir a falta de água para atender as necessidades das famílias, devido, provavelmente irregularidade das chuvas no tempo e espaço; ao número elevado de audes em uma mesma microbacia superior a sua capacidade de suporte, observando-se vários açudes em uma mesma sub-bacia; ao assoreamento da bacia hidráulica desses açudes e baixa qualidade das águas. Informações levantadas indicam que os açudes atendem as necessidades de 61 comunidades, perfazendo um total de 2.573 pessoas e 6.820 animais.

Caracterização climática

O balanço hídrico do açude Barreiro (Pau Ferro) apresentou temperatura mdia do ar entre novembro de 2010 e outubro de 2011 de 25,6 ºC. A temperatura máxima mdia foi de 32,3 ºC e a mínima média igual a 20,5 ºC. No que se refere umidade relativa do ar, o período de estudo apresentou valor médio igual a 71,8%, com valor mnimo equivalente a 51,1% ocorrendo no mês de novembro de 2010 e máximo igual a 93% observado no mês de março de 2011. O total de chuva foi igual a 522,4 mm, sendo que 200,00 mm ocorreram no mês de maro de 2011. Entretanto, o mês de dezembro de 2010 apresentou chuva acima da média, com total precipitado equivalente a 143,4mm (Tabela 1).

Tabela 1. Dados mensais da temperatura e umidade relativa do ar (média, máxima e mínima), radiação solar e precipitação total mensal para o período de novembro de 2010 a outubro de 2011, no açude Barreiro, município de Petrolina, PE

Mês/Ano	Temperatura do ar (ºC)			Umidade relativa do ar (%)			Radiação solar	Precipitação
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	(MJ m^{-2} s^{-1})	(mm)
Novembro/2010	28,5	35,7	22,6	51,1	74,9	26,9	24,3	0,0
Dezembro/2010	26,5	33,3	21,7	73,6	86,9	39,1	21,2	143,4
Janeiro/2011	26,2	32,8	21,3	73,8	89,1	39,2	21,7	51,7
Fevereiro/2011	26,8	33,7	22,1	75,0	87,2	38,5	20,3	48,7
Março/2011	25,5	32,3	21,1	93,0	97,8	48,5	21,7	200,0
Abril/2011	25,4	32,2	20,8	85,6	95,2	44,6	21,0	76,6
Maio/2011	24,6	30,6	20,3	80,5	92,8	47,5	16,3	1,4
Junho/2011	24,2	30,8	19,0	70,4	89,4	38,8	17,6	0,0
Julho/11	23,9	30,3	18,4	66,1	86,8	36,0	18,7	0,0
Agosto/2011	25,0	32,0	18,8	62,3	85,2	31,5	22,2	0,6
Setembro/2011	25,2	32,1	19,2	58,2	78,9	29,0	24,2	0,0
Outubro/2011	25,0	31,9	19,1	58,7	79,1	29,6	24,0	0,0
Média	25,6	32,3	20,5	71,8	87,7	38,1	20,8	522,4

A contabilização do balanço hídrico mensal para o açude de Barreiro (Pau Ferro) mostra que durante o período estudado, o extrato do balanço hídrico apresentou deficiência hdrica (DEF) em todos os meses. Verificou-Se que os meses chuvosos compreendem o período de dezembro a abril, sendo o mês de março o que apresentou precipitação igual a 200,0 mm, observada uma reposição igual a 74,5mm (Figura 3). A evapotranspiração potencial (ETP, mm) foi igual a 1.472,00 mm, entretanto, a evapotranspiração real (ETR) correspondeu a 522,4 mm, ou seja, toda água armazenada no perfil do solo foi evapotranspirada.

Com o monitoramento climático, observou-se que a temperatura média do ar em Cruz de Salinas foi exatamente igual aquele verificada no açude de Pau Ferro (25,6 ºC), assim como o mês com temperatura

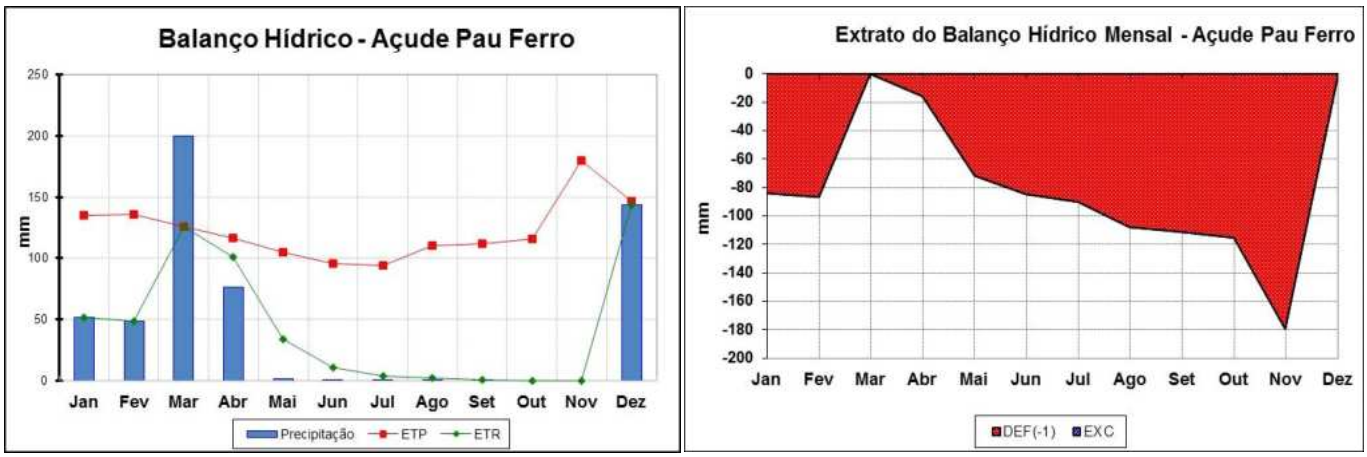


Figura 3. Extrato do balanço hídrico mensal, segundo Thorntwaite e Matter (1955), para a área do açude de Barreiro (Pau Ferro), Petrolina, PE

máxima, que foi novembro de 2010, com valor igual a 36,7 °C, entretanto, o mês de julho apresentou menor valor mdio da temperatura mínima (17,5 °C). O ambiente do aude de Cruz de Salinas apresentou-se mais úmido do que o açude de Pau Ferro, com umidade média igual a 76,0%. A umidade máxima média mensal variou entre 73,5% no mês de novembro de 2010 e 98,5% no mês de maro de 2011, quando o total precipitado foi 141,3 mm (Tabela 2). Os valores mensais da radiação solar incidente variaram entre 15,0 MJ m^{-2} s^{-1} e 24,3 m s^{-1}, respectivamente nos meses de maio de 2011 e novembro de 2010. A precipitação total ocorrida entre os meses de novembro de 2010 e outubro de 2011 totalizou 488,3 mm, sendo que 38% deste total ocorreram em dezembro e, aproximadamente, 61% ocorreram entre os meses de janeiro e abril de 2011 (Tabela 2). O balanço hídrico mensal do açude de Cruz de Salinas foi contabilizado e os grficos obtidos desse balanço são apresentados na Figura 4. Verificou-se que o balanço hídrico mensal das áreas onde estão localizados os dois açudes bem similar. Em ambos não foi observado excedente hdrico nos meses, e todos são caracterizados pela deficiência hídrica.

Caracterização das águas e solos dos açudes

A política de açudagem no Nordeste brasileiro teve como principal estratégia garantir água para as famílias do meio rural, para os animais e para produção de alimentos. Os açudes construídos no município de Petrolina,

Tabela 2. Dados mensais da temperatura e umidade relativa do ar (média, máxima e mínima), velocidade do vento média, radiação solar e precipitação total mensal para o período de novembro de 2010 a outubro de 2011, na comunidade do Açude Cruz de Salinas, município de Petrolina, PE

Mês/Ano	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)			Radiação solar (MJ m^{-2} s^{-1})	Precipitação (mm)
	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima		
Novembro /2010	28,9	36,7	22,6	54,0	73,5	25,5	24,3	0,9
Dezembro/2010	25,8	32,9	21,2	88,4	95,7	45,5	20,0	184,4
Janeiro/2011	26,2	33,9	20,7	79,8	92,4	37,3	21,9	22,6
Fevereiro/2011	26,6	34,0	21,8	81,9	90,8	40,6	20,2	77,4
Março/2011	25,8	33,4	21,0	95,0	98,5	45,4	19,2	141,3
Abril/2011	25,1	31,7	20,4	91,3	98,1	47,2	18,4	59,7
Maio/2011	23,9	30,3	19,2	84,1	96,2	49,9	15,0	1,3
Junho/2011	24,2	31,7	17,9	73,1	90,8	37,3	16,5	0,0
Julho/11	24,1	31,8	17,5	68,4	89,8	34,4	17,2	0,2
Agosto/2011	25,4	32,9	18,7	62,0	84,0	28,8	20,9	0,4
Setembro/2011	25,4	33,0	19,0	58,3	76,9	28,2	22,9	0,0
Outubro/2011	25,7	33,9	19,2	58,1	77,2	28,0	23,1	0,0
Média	25,6	32,9	20,0	76,0	89,7	38,2	19,7	488,3

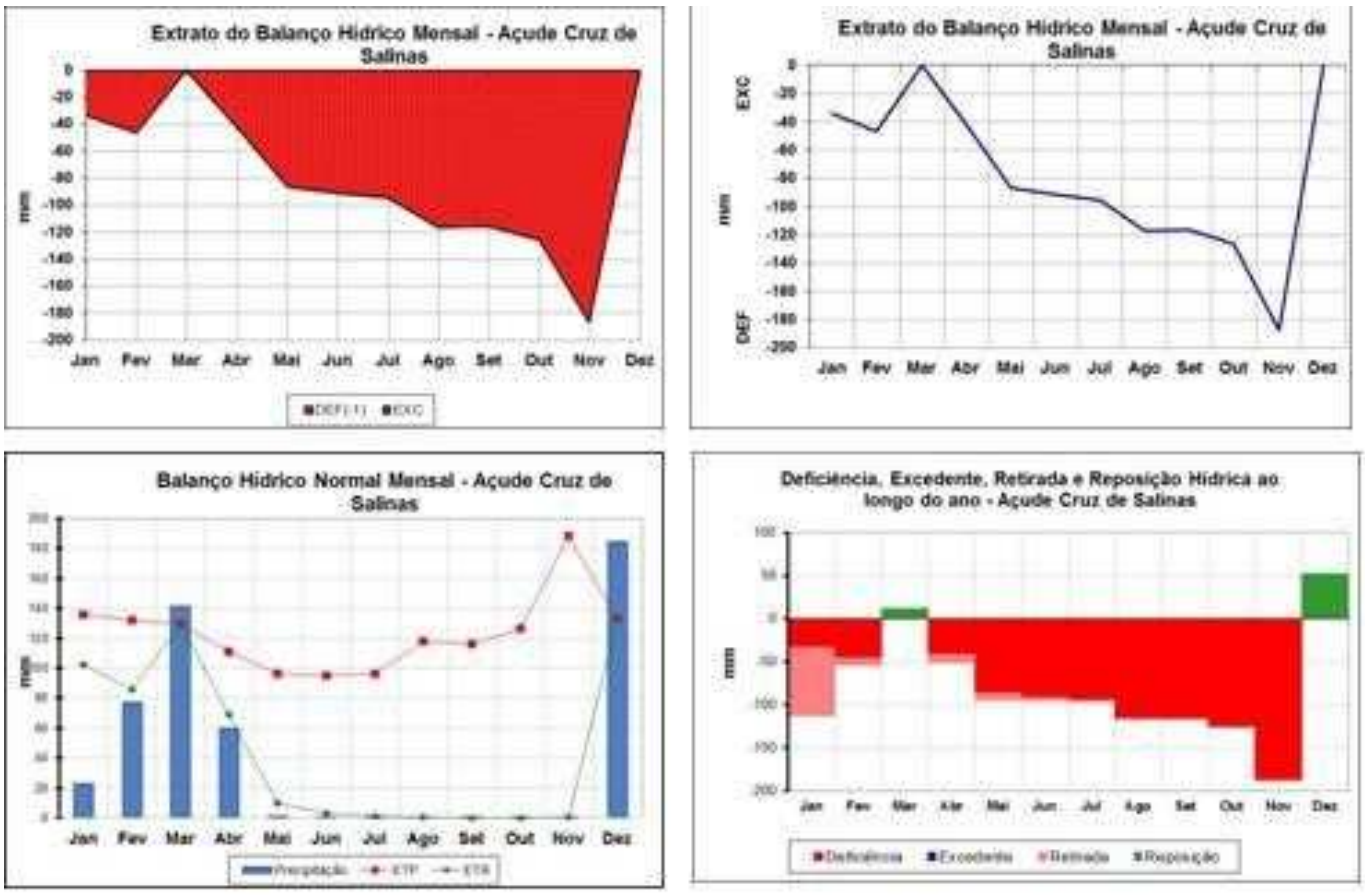


Figura 4. Extrato do balanço hídrico mensal, segundo Thorntwaite e Matter (1955), para a área do açude de Cruz de Salinas, Petrolina, PE

PE, também seguiram essa lógica. Porém, a inexistência de critérios para priorizar os diferentes usos, levou ao homem a concorrer com os animais e outras atividades pela gua com baixa qualidade para o consumo.

Os açudes de Barreiro, Pereiro, Cruz de Salinas, Caititu e Satisfeito I, monitorados neste estudo, apresentaram-se com pouca água ou vazios na maioria dos meses, como pode ser observado na Figura 5 para os açudes de Caititu (a e b) e Satisfeito I (c e d), nos meses de abril e outubro de 2011, respectivamente, devido às poucas precipitações ocorridas, correspondendo a 394,3 mm (2010) e 481,3 mm at outubro de 2011, enquanto a média histórica para o município de Petrolina, PE de 557,7 mm (MOURA et al., 2007).

A partir dos resultados obtidos referentes qualidade das águas e dos solos das margens dos açudes, em 2009, respectivamente, pode-se observar que, de modo geral, os valores obtidos para as variáveis físico-químicas estão dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria Nº. 518 que regulamenta os limites permissíveis dos parâmetros de água para consumo humano. Referente ao uso dessas águas para irrigação observou-se que as águas dos açudes apresentaram restrições moderadas (classe C2S1). O maior valor da condutividade elétrica obtido foi para o açude Cruz de Salinas que correspondeu a 1,43 dS/m. As águas desses açudes se adequam ao cultivo de espécies moderadamente tolerantes a sais, sem a necessidade de práticas especiais de controle da salinidade do solo. Nos demais anos da pesquisa (2010 e 2011) esses parâmetros não sofreram variações significativas. Para uso na irrigação, por exemplo, a qualidade da água deve ser avaliada quanto salinidade, permeabilidade e toxicidade (AYERS & WESTCOT, 1999). A salinidade, medida pela condutividade elétrica, pode afetar a disponibilidade de água no solo para as plantas.

Referente às características dos solos cultivados às margens dos açudes, foram obtidos baixos valores de salinidade, cujo valor da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo alcançou CE_S = 0,87 dS m^{-1},

A. B.

C. D.

Figura 5. Açudes de Caititu (a) e sem água (b) e de Satisfeito I (Cristália) (c) e (d) em abril e agosto de 2011. Fotos: Lúcio Alberto Pereira

no açude Satisfeito I, a 0,40 m do perfil do solo. No geral, os solos contêm baixos teores de matéria orgânica; no entanto, Caititu e Satisfeito I apresentaram maiores valores de P (Tabela 04).

Quanto ao aspecto bacteriológico, as análises feitas em 2010 e 2011, nos períodos de chuvas (março) e sem chuvas (outubro) indicaram contaminação por Termotolerantes e Totais, estando, portanto, fora do padrão de qualidade para consumo humano estabelecido pela Portaria Nº. 518, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004), uma vez que o limite aceitável "ausente. Ressalta-se que no mês de outubro de 2011 apenas o açude Barreiro se encontrava com água, logo no foram feiras análises bacteriológicas.

A determinação da concentração de coliformes termotolerantes e totais assume importância como parâmetro indicador da existência de microorganismos patogênicos, responsveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, desinteria e cólera. Nestas situações as medidas recomendadas estão relacionadas com processos de tratamento da gua de beber, os quais podem variar de simples a complexos. Uma medida simples e eficiente o processo de filtragem da água, utilizando filtros caseiros facilmente encontrados no comércio. Outra medida a aplicação de cloro para eliminar as bactérias. O cloro deve ser aplicado atendendo alguns requisitos básicos e varia em função do volume de água, de forma que a concentração de cloro residual livre seja de 0,5 mg L^{-1} (BRASIL, 2004). Uma maneira prática e recomendada para as famílias sobre o uso de cloro como medida de desinfecção da água, recomendado por Amorim e Porto (2001). Embora, o ideal e recomendável seguir as orientações das Secretarias Municipais de Saúde sobre as formas de tratamento de água destinadas ao consumo humano.

O manejo inadequado da água pode levar a sua contaminação. A presença de animais dentro da bacia hidráulica dos reservatórios ou a realização de atividades como lavagem de roupa, carro, entre outras, representam

riscos de contaminação da água do consumo das famílias. No caso dos animais utilizarem também a água dos açudes para seu consumo, o ideal seria que as propriedades localizadas às suas margens dispusessem de cercas e de bebedouros para evitar o contato dos mesmos com a água, reduzindo esses riscos. A contaminação das águas também pode ocorrer pelo uso inadequado de agroqumicos como fertilizantes e pesticidas aplicados às lavouras cultivadas na agricultura de vazante.

CONCLUSÕES

A gestão integrada de recursos hídricos no âmbito de microbacias hidrográficas implica em mudanças de comportamento das famílias proprietrias das terras que margeiam os açudes.

Foi constatado o número elevado de açudes em uma mesma microbacia hidrográfica. Este fato alerta para a necessidade de melhor gerir os recursos hídricos disponveis nesses reservatórios, tanto relativo ao aspecto de quantidade quanto de qualidade das águas, diante os cenários das mudanças climáticas.

Os resultados apontaram para contaminação bacteriológica das águas, imprimindo a necessidade de implementação de medidas de tratamento antes do consumo pelas famílias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. R. Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande, PB. *Anais*... Campina Grande, PB: Embrapa Algodão; Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2001. 1 CD-ROM.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO DE LIDERANÇAS. *Grupo Água Viva: trabalho em grupo*. São Paulo: ABDL; PRONORD, 2004. Disponível em: <http://www.lead.org.br/article/view/213/90>. Acesso em: 16 ago. 2005.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19 th. Ed. Washington, APHA, 1995. 1100p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. *A qualidade da água na agricultura*. Tradução H. R. GHEYI; J. F. MEDEIROS; F. A. V. DAMACENO. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (FAO: Irrigação e Drenagem; 29) Revisado 1.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº. 518, de 25 de março de 2004. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1, p. 266.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. *Política Nacional de Recursos Hídricos*. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Brasília, DF, 1997. p. 35.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC, 2007. Disponível em: http://www.ipcc.ch/. Consultado em 18 out. 2007.

LIMA, W. de P. *Hidrologia Florestal Aplicada ao manejo de bacias hidrográficas*. 2ª. ed. USP: Piracicaba, 2008.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. DE; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. Clima e água de chuva no semiárido. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). *Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. cap. 2, p. 37-59.

THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. *The water balance*. Centerton: Laboratory of Climatology, 1955. 104 p. (Publications in Climatology, v. 8, n. 1).

INSTALAÇÃO DE CISTERNA ELEVADA EM UMA GRANJA NA REGIÃO LITORÂNEA DO RIO GRANDE DO NORTE

Flávio Hildemberg da Silva Gameleira[1] & Carla Sueli da Silva Gameleira[2]

POR QUE CAPTAR ÁGUA DA CHUVA EM LOCAIS COM BOA PRECIPITAÇÃO?

A qualidade da água principalmente nas grandes cidades gera preocupação por parte das autoridades. Segundo a TRIBUNA DO NORTE, durante os últimos dez anos, por exemplo, 38 poços tiveram de ser desativados na cidade de Natal/RN, por conta da alta concentração de nitrato registrada nas águas retiradas dessas fontes.

De acordo com GERHARDT(2012), na região de Ribeirão Preto e Triângulo Mineiro, por exemplo, o desabastecimento causado nos 47 bairros no dia 01/03/2012 teve relação direta com a falta de energia elétrica durante a madrugada. É todo um sistema integrado e com a queda da eletricidade as bombas e equipamentos responsáveis pela distribuição de água nas regiões atingidas deixaram de funcionar.

A captação de água da chuva apresenta-se, portanto, como alternativa de baixo custo e uma medida importante também em áreas não sujeitas a estiagem prolongada, pois a contaminação dos lençóis freáticos e a relação do abastecimento de água com a disponibilidade de energia elétrica são apenas alguns fatores que afetam a qualidade e a quantidade da água disponível para utilização humana.

OBJETIVOS

O presente trabalho relata a experiência da instalação e utilização de uma cisterna construída de forma a estar elevada do solo. Tal modelo de cisterna apresenta vantagens em relação às cisternas convencionais, pois possibilita a utilização de água em áreas próximas que estejam em nível inferior ao assoalho da cisterna através da força gravitacional, além de facilitar os procedimentos de retirada da água e a manutenção de sua qualidade. A experiência apresenta ainda uma forma de otimização do relevo local, utilizando a força da gravidade para abastecimento de uma pia, além de um projeto de banheiro abastecido com água de chuva a ser instalado na propriedade.

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

A Granja Águas Cristalinas situa-se a 22Km de Natal, no distrito de Pium(Nísia Floresta/RN). Na referida granja, a água tanto para consumo humano, quanto para dessedentação animal e irrigação, era unicamente disponibilizada pela captação de água fluvial através de bombeamento com utilização de energia elétrica. Devido à distância da propriedade para os centros comerciais mais próximos e a não disponibilidade de cobertura telefônica no local, a comunicação do funcionário ali residente com os proprietários, por vezes é demorada. Em caso de problemas hidráulicos ou elétricos no equipamento da bomba, bem como falta prolongada de energia elétrica, a solução para o problema pode não ser rápida o suficiente para evitar o desabastecimento da caixa d'água principal da granja, sendo necessária a construção de uma cisterna como alternativa para consumo de água de boa qualidade até que haja tempo hábil para restabelecimento da normalidade.

A CISTERNA ELEVADA

Optou-se por construir uma cisterna que possibilitasse facilidade de uso, rapidez na sua instalação e que, ao invés das cisternas construídas abaixo ou ao nível do solo, possibilitasse também a utilização de água pela força da gravidade.

[1] Concluinte do CST em Gestão Ambiental (UNP- Universidade Potiguar). Rua Caiapó, 2008, Pitimbu, Natal/RN/Brasil. CEP 59069-660. Tel.: (84)9421-8465. E-mail: fhildemberg@hotmail.com
[2] Administradora de empresas(UFRN)

Em atividades que exigem pequenas quantidades de água em intervalos curtos, como por exemplo a irrigação de jardins e hortas, a cisterna elevada dispensou a utilização da bomba, poupando o equipamento e representando economia energética.

Pela dispensa do uso de baldes ou canecas, não há contato com a água nem abertura desnecessária da tampa da cisterna, pois o abastecimento ocorre através de canos colocados no nível do assoalho da mesma.

MATERIAIS E MÉTODOS (SISTEMA ATUAL)

A cisterna é de polietileno e possui 500L de capacidade. Existe uma base construída com cimento e tijolos que circunda toda a cisterna, protegendo-a contra impactos e elevando-a 40cm do solo . A captação se dá através de uma calha de zinco com 3m de comprimento por 50cm de largura, que colhe água pluvial proveniente de parte do telhado da casa. Há uma peneira de uso doméstico que foi adaptada e fixada no orifício de saída de água da calha, servindo como filtro inicial para retenção de folhas ou pequenos animais. O cano que liga a calha ao reservatório tem 1,80m e diâmetro de 100mm. Na saída do reservatório (ponto A) existe um registro de passagem e dois canos de ½ polegada (saídas 01 e 02).

A poucos metros de distância há um pequeno jardim que é irrigado através de uma mangueira encaixada na saída numero 01 da cisterna. Esta mesma mangueira é suficiente para possibilitar a irrigação de uma pequena horta que dista 20m da mesma.

Em relação às cisternas tradicionais, o fato de ser elevada facilita a distribuição da água. Como o terreno possui inclinação de aproximadamente 4°, a saída numero 02 da cisterna alimenta através de um cano subterrâneo a pia de uma área de lazer situada a 47m de distância (ponto B). A torneira eleva-se do solo 120 cm e possui excelente vazão, permitindo que atividades como lavagem de pratos e talheres, anteriormente realizadas dentro da casa, possam ser efetuadas na própria área de lazer.

O investimento na compra de materiais e pagamento da mão de obra foi de R$ 290,00.

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA

Diante da existência de toda a infraestrutura para captação, armazenagem e condução de água, existe o projeto para construção de um banheiro que terá chuveiro, pia e vaso sanitário abastecidos por água da chuva. O referido banheiro será construído em uma área distante 39m da cisterna(Ponto C). Foi verificada a altura máxima atual que a água atingiria se o banheiro fosse ali construído e verificou-se que naquela distância a altura máxima é de 1,65m, exigindo algumas adaptações para que a água chegue a uma altura suficiente para possibilitar a utilização do chuveiro.

Como solução foi encontrada a posterior ampliação da distância da cisterna em relação ao solo, além do aumento de sua capacidade. Para isso será adquirido um reservatório de 2000L, além de um incremento de 1 metro na base de tijolos, fazendo com que a cisterna esteja a 1,40m do solo e a água alcance 2,65m no ponto C. Isto possibilitará uma boa vazão de água no chuveiro e demais equipamentos do banheiro.

CONCLUSÃO

O uso da cisterna elevada e os projetos de otimização da declividade do terreno servem como exemplo para propriedades que possuam topografia semelhante e possam adaptar este projeto a suas realidades, possibilitando as vantagens anteriormente citadas, com baixo custo. Constitui-se também como alternativa para quintais em áreas urbanas, disponibilizando água para utilização em jardins e hortas domésticas ou consumo humano em situações de desabastecimento temporário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GERHARDT, EMÍLIO. **Em dia quente, falta d'água atinge 47 bairros de Ribeirão Preto (SP**). Disponível em http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/ribeiraopreto/1056155-em-dia-quente-falta-dagua-atinge-47-bairros-de-ribeirao-preto-sp.shtml acessado em 06/06/2012

TRIBUNA DO NORTE **. Contaminação por nitrato é crescente** . Disponível em http://tribunadonorte.com.br/noticia/contaminacao-por-nitrato-e-crescente/144104 acessado em 06/06/2012.

ESCOLAS RURAIS PRODUZEM HORTALIÇAS E FRUTAS UTILIZANDO ÁGUA DE CHUVA ARMAZENADA EM CISTERNA: ESTUDO DE CASO[1]

Luiza Teixeira de Lima Brito[2], Sérgio Guilherme de Azevedo[3] & Janaína Oliveira de Araújo[4]

Resumo: O sucesso do programa de cisterna armazenando água de chuva para atender ao consumo das famílias no semiárido brasileiro permitiu que essa tecnologia fosse também utilizada para produzir alimentos, visando à melhoria da dieta das famílias rurais, denominado por P1+2 ou "cisterna de produção". Essa experiência foi implementada em 43 escolas rurais de treze municípios do Estado da Bahia. Assim, esta pesquisa teve por objetivo identificar as práticas agrícolas executadas nas áreas das hortas e ou pomar, como subsídios à instalação de novas cisternas em escolas de outros municípios. Também, verificar como a produção está sendo inserida na alimentação oferecida aos alunos. O diagnóstico feito a partir de visitas às escolas aponta para a necessidade de ajustes no sistema cisterna-horta, visando sua maior eficiência e permitindo a melhoria da disponibilidade e qualidade dos alimentos servidos nas escolas.

Palavras-chave: alimentação escolar, nutrição, cisterna de produção.

INTRODUÇÃO

No Semiárido brasileiro ocorrem os maiores volumes de precipitação anual, comparativamente a outras regiões semiáridas do mundo. No entanto, a concentração das chuvas em poucos meses, associada à baixa disponibilidade de infraestrutura para armazenamento da água no âmbito das comunidades rurais, está entre os principais fatores que contribuem para reduzir o volume de água efetivamente disponível para atender as necessidades de consumo das famílias e dos animais, como também para reduzir os riscos da exploração agrícola, agravando seriamente a situação das comunidades rurais.

Nesta perspectiva, algumas comunidades rurais têm sido contempladas com programas como o da Segurança Alimentar e Nutricional, Um Milhão de Cisternas - P1MC e Uma Terra e Duas Águas – P1+2, vinculados ao Ministério do Desenvolvimento Social - MDS. Este ministério em parceria com o Ministério da Educação e governo do estado da Bahia, estendeu as ações do P1+2 às escolas rurais, objetivando promover melhorias na qualidade dos alimentos ofertados aos alunos, visto que, estudos realizados revelaram que as quantidades de calorias e proteínas estabelecidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE, isto é, no mínimo, 20% das necessidades diárias totais de uma criança não estavam sendo atendidas. Os alimentos servidos se caracterizam por baixos teores de vitaminas, minerais, fibras, proteínas e energia (FNDE, 2009). A alimentação oferecida nas escolas deve conter nutrientes suficientes para promover o crescimento e o desenvolvimento físico e intelectual de seus alunos, além de contribuir para formação de hábitos alimentares saudáveis e qualidade de vida.

A escola é um ambiente que reúne educadores, estudantes e familiares, um espaço destinado à aprendizagem e execução de programas que visam a educação e saúde. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), é na escola que se consegue a melhor forma de promover a saúde, de maneira que beneficia e desempenha papel na formação dos hábitos alimentares. Tendo a escola este papel, foi criado o projeto "Cisternas nas Escolas" com o objetivo de implantar em escolas de 13 municípios do semiárido baiano (Araci, Boa Nova, Boquira, Central, Chorrochó, Iaçu, Ibitiara, Lajedo do Tabocal, Marcionílio Souza, Oliveira dos Brejinhos, Pindaí, Quijingue e Ribeira do Largo) 43 cisternas de produção (Brasil, s.d.). Assim, esta pesquisa teve por objetivo

[1] Contribuição financeira do MCT-INSA/CNPq/CT-Hidro (Processo: No 562403/2010-8)
[2] Enga. Agrícola, Dr. Pesquisadora, Embrapa Semiárido. BR 428, Km 150, Zona Rural – C. Postal 23. CEP 56302-970. Petrolina, PE. E-mail: luizatlb@cpatsa.embrapa.br
[3] Eng. Agrônomo. M.Sc. Embrapa Semiárido. E-mail: sergio@cpatsa.embrapa.br
[4] Nutricionista, Especialização em Nutrição. Bolsista FACEPE/ E-mail: janaina.bolsista@cpatsa.embrapa.br

identificar as práticas agrícolas executadas nas áreas das hortas e, ou pomar como subsídio a instalação de novas cisternas em escolas rurais. No contexto da cisterna de produção, a Embrapa Semiárido tem disponibilizado conhecimentos gerados nos últimos seis anos, referentes ao manejo da água da cisterna, práticas agrícolas necessárias às hortaliças e às fruteiras e ao incremento dessa produção na alimentação das famílias rurais (BRITO et al., 2009, 2011; ARAÚJO, et al., 2011, 2012).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada nos meses de fevereiro e março de 2012 e abrangeu 23 (53,48%) das 43 cisternas de produção construídas escolas rurais de sete (Quijingue, Araci, Iaçu, Ibitiara, Marcionílio de Souza, Oliveira dos Brejinhos e Chorrochó) dos treze municípios contemplados com a cisterna de produção no âmbito do Programa P1+2, no Estado da Bahia. Objetivando resguardar as escolas, as cisternas de produção serão referenciadas neste estudo por um código, caracterizado por cisterna de produção (CPX), assim, sendo: CP01, CP02, ..., CP23.

As cisternas de produção foram construídas por meio de convênios firmados entre o Ministério de Desenvolvimento Social – MSD, Secretaria de Desenvolvimento Social e Combate à Fome, com o Governo do Estado da Bahia, a Articulação do Semiárido - ASA e outras organizações não governamentais. A pré-seleção das cisternas de produção do estudo teve como base sua espacialização no estado, a partir de um cadastro das escolas contempladas pelo P1+2, fornecido pelo MDS.

Para facilitar a sistematização das informações obtidas pela pesquisa, foi elaborado um roteiro com informações padronizadas, o qual foi utilizado em todas as cisternas, contendo questionamentos referentes à caracterização funcional das cisternas de produção e da alimentação oferecida.

A Secretaria Municipal de Educação de cada município disponibilizou um funcionário para guiar a equipe nas visitas às escolas. O diagnóstico foi realizado de forma individualizada dada às grandes distâncias entre os municípios e, nestes, entre as escolas contempladas pelo Programa P1+2. Para realização do diagnóstico nos sete municípios foram percorridos, aproximadamente, 3.554,0 km, a maioria, em estradas carroçáveis em péssimo estado de conservação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todas as escolas visitadas contêm duas cisternas de placas pré-moldadas com capacidade de 52,0 mil litros de água cada, visando atender ao consumo dos professores e alunos e à produção de frutas e hortaliças; as cisternas foram construídas entre os anos de 2010 a 2011, apresentam excelente estrutura física e estão bem localizadas espacialmente. As principais características identificadas das cisternas de consumo e de produção serão descritas a seguir:

Cisternas de consumo

Das 23 escolas visitadas, cinco delas foram fechadas após a construção das cisternas, quatro destas devido ao sistema de nucleação de escolas, adotado pela Secretaria de Educação e uma por falta de professor. Este sistema se caracteriza pela junção de escolas com o objetivo de assegurar a um maior número de alunos o acesso a turmas unisseriadas, escolas com melhor infraestrutura física, melhores condições didático-pedagógicas e serviços de apoio, como transporte e alimentação. Em vista disto, as cisternas de consumo e de produção (CP01, CP02, CP07, CP08 e CP18) encontram-se sem uso. Essas escolas são dotadas de excelente infraestrutura física, devido à reforma recente e, duas delas, estão localizadas em áreas de assentamento. Uma alternativa de uso para essas cisternas é colocá-las à disposição de pessoas da comunidade, com o compromisso de, pelo menos, mantê-las em bom funcionamento.

A cisterna de consumo tem como área de captação de água o telhado da escola (Figura 1a); enquanto que, para a cisterna de produção a água da chuva é escoada em estradas ou caminhos e direcionada para a cisterna por meio de uma estrutura de alvenaria e tubos (Figura 1b). A disposição de material filtrante, como pedras ou britas e areia grossa, poderá contribuir para reter o material grosseiro carreado com a água de chuva, evitando maior acúmulo de sedimentos e material vegetal (palha) na cisterna, o que comprometerá a qualidade da água e reduzirá sua capacidade de armazenamento. Foi informado que, até o momento, as cisternas não foram lavadas.

A. B.

Figura 1. Área de captação da água de chuva no telhado da escola (a) e estrutura de alvenaria receptora da água de chuva de estrada ou caminho (b). Fotos: Luiza T. de L. Brito

Em todas as cisternas, seja de consumo ou de produção, foi observada a disponibilidade de bombas manuais fabricadas com tubo de PVC; porém, a maioria encontrava-se sem funcionar, levando as pessoas a utilizarem baldes, latas e outros vasilhames para retirada da água da cisterna. Também, observou-se que há uma estrutura em alvenaria para suportar uma caixa d'água. Provavelmente, a água da cisterna seria bombeada para esta caixa e aplicada às culturas por gravidade. Mas, em apenas uma cisterna foi observada caixa d´água sobre a estrutura.

Em algumas escolas foram alegados, por pessoas da comunidade, problemas com a presença de morcegos (*C. molossidae*) e pardais (*P. domesticus*) que se alojam nos telhados das escolas em grandes quantidades, cujas fezes podem comprometer a qualidade das águas de chuva armazenadas nas cisternas. Os morcegos também podem transmitir sérias doenças como a raiva, a histoplasmose e a salmonelose. A expulsão de morcegos e pardais dos telhados não é tarefa fácil. Vários estudos que vem sendo realizados há décadas em vários países do mundo e, o que hoje já é bastante utilizado mundialmente é o uso de gerador de ultra-som. Outros estudos indicam o uso de repelentes apropriados. No âmbito das escolas a forma mais simples e, possivelmente, mais viável do ponto de vista operacional e de custos, é vedar todas as entradas dos telhados e pequenas aberturas das portas e janelas.

Em outras escolas, mesmos havendo a cisterna de consumo a água para esta finalidade provém de açude, rio ou a escola tem água encanada da Empresa Baiana de Água e Saneamento (Embasa) e a água da cisterna é destinada a outros usos.

Referente ao tratamento da água da cisterna destinada ao consumo pelo público das escolas foi informado que, em geral, a água é filtrada e, algumas vezes, o agente de saúde que atua na comunidade coloca um "produto" na água. Este produto, possivelmente, é o hipoclorito de sódio usado para desinfetar a água de consumo.

Cisterna de produção

As hortas nas escolas foram formadas por canteiros seguindo modelo de "canteiros econômicos em água", recomendado por Win (2007). São construídos em alvenaria, com até 6m de comprimento por 1,20m de

largura e com 0,30m de profundidade. Os canteiros são revestidos com lona plástica para evitar perdas de água por infiltração. Na base do canteiro é colocado um cano de PVC em forma de "U" com furos, onde é colocada a água para o consumo das hortaliças (Figura 2a).

A. B.

Figura 2. Modelo dos canteiros econômicos (a) e a forma de disposição do sombrite usado na para reduzir a insolação e altas temperaturas (b). Fotos: Janaína Oliveira de Araújo

Segundo informado e observado pela equipe, as espécies de hortaliças mais cultivadas nos canteiros foram: coentro (*C. sativum*), beterraba (*Beta vulgaris* L.), tomate (*S. lycopersicum*), cebolinha (*A. schoenoprasum*), alface (*L. sativa*), pimentão (*C. annuum*), berinjela (*S. melongena*), pimenta (*Myrtaceae),* rúcula (*E. sativa*) e cenoura (*D. carota*). Em alguns locais foi informado que a cenoura não teve bom desenvolvimento e este fato foi associado à profundidade dos canteiros econômicos, em média, 0,30 m até a lâmina plástica.

Além das hortaliças, observou-se também, o cultivo de algumas espécies de fruteiras como acerola (*M. emarginata*), bananeira (*Musa*), mamoeiro (*C. papaya*), maracujazeiro (*P. edulis*), mangueira (*Mangifera)*, abacateiro (*P. americana*), pinheira (*A. squamosa*) e limoeiro (*Citrus aurantifolia)*, distribuídos em covas aleatórias na área próxima aos canteiros (Figura 3). Nesta cisterna (CP05) a exploração da área conta com o apoio da comunidade, especialmente, da agente de saúde e da professora da escola, formando dupla com os alunos em dias alternados. Também foi possível discutir com os alunos sobre a produção da horta e os benefícios para a saúde promovidos a partir do consumo de hortaliças. Todos os alunos se mostraram capazes de responder às perguntas feitas, demonstrando o interesse e comprometimento da professora e alunos com a horta. Segundo a professora dessa escola, este assunto é bastante discutido dentro das disciplinas lecionadas, com destaque para as "Ciências".

Figura 3. Canteiros com hortaliças (à esquerda) e algumas fruteiras cultivadas com água de chuva armazenada na cisterna de produção (CP05). Foto: Luiza T. de L. Brito

Em algumas escolas as hortaliças e fruteiras necessitam de maiores cuidados, pois, se apresentam com sintomas de falta de água, embora as cisternas estejam com bastante água. Em algumas escolas foi informado que a responsabilidade de cuidar da horta é da professora, que também tem a atribuição de preparar a merenda e, assim, não lhe sombra muito tempo para cuidar "melhor" da horta, embora conte com a colaboração de algumas pessoas da comunidade, mas nem sempre, em todas as situações pode-se contar com esse apoio.

Das 23 cisternas de produção analisadas, quatro delas apresentaram problemas de vazamento; uma destas foi consertada, mas continua sem acumular água. As demais se encontravam cheias de água de chuva ou com aproximadamente 70% de sua capacidade de armazenamento. Em algumas cisternas foram observadas rachaduras que, se não for feita a manutenção imediata, pode provocar vazamento. Em um único município foi informado que ocorreram chuvas há mais de dez meses, daí o fato de em algumas áreas de produção não estar havendo cultivo nos canteiros. No entanto, foi informado que a maioria das cisternas recebe água de carro-pipa ou da (Embasa).

Em uma das escolas visitadas foi destacado, pelo professor, que parte da produção de hortaliças que é obtida nos canteiros com ajuda da comunidade, principalmente o coentro, é vendido na feira local para compra de outros alimentos que serão utilizados na alimentação escolar.

Quanto ao manejo da água da cisterna de produção e a forma de aplicação às culturas foi observada grande variabilidade do volume aplicado nos canteiros econômicos e na frequência de aplicação, como também, nas covas das fruteiras. No geral, o volume de água aplicado diariamente por canteiro variou de 10 a 50 litros de água. Nas fruteiras a variação foi de 10 a 20 litros de água por cova, também numa frequência diária. Em ambos os casos, utilizam o regador manual. Apenas em uma escola foi informado que a aplicação de água é duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, mas o informante não tem ideia do volume aplicado.

Problemas fitossanitários foram observados nos canteiros, como a presença de lagartas, cochonilha e formigas e da necessidade de melhorias significativas nos tratos culturais em todas as áreas. As mesmas apresentam potencial de cultivo durante o ano todo, contribuindo com a melhoria da alimentação oferecida.

No que diz respeito à alimentação, foi informado que na maioria das escolas há atraso na entrega dos alimentos e, quando esta entrega é realizada, as frutas e algumas hortaliças estão, geralmente, "amassadas". Ressaltou-se ainda que este atraso/falta da alimentação afeta diretamente o aluno, seja no aspecto de aprendizagem como no aspecto nutricional. Constatou-se em um dos municípios que nenhuma escola está oferecendo alimentação para seus alunos.

De acordo com os relatos dos professores, quando não tem a alimentação, os alunos são liberados mais cedo e/ou ficam sem se alimentar. Sendo que as comunidades visitadas são classificadas como "população carente", assim descrito pelo acompanhante. Diante disto, é necessário maior incentivo por parte da Secretaria de Educação, no que diz respeito ao trabalho de educação em sala de aula sobre a importância da alimentação saudável e potencial de produção nas hortas. Para isto, a parceria com a Secretaria de Agricultura referente à capacitação e orientação de um responsável pelo manuseio com as cisternas/hortas, seria de grande importância. Por último, foi recomendada atenção especial por parte de cada prefeitura com relação às atividades de entrega e transporte dos alimentos, sua qualidade e regularidade, quantidade de funcionários nas escolas, espaço físico, para que a população assistida possa se alimentar com qualidade, a fim de obter um bom desempenho em sala de aula, e crescimento e desenvolvimento humano favorável.

Apenas cinco cisternas de produção apresentaram desempenho favorável no que diz respeito à relação cisterna-horta-alimentação (CP05, CP09, CP13, CP15 e CP17). Nestas, a produção de hortaliças é utilizada na alimentação dos seus alunos. Dado o incentivo ao cultivo nestas áreas, associada às aulas ministradas sobre a importância dos alimentos, os alunos passaram a consumir de maneira satisfatória e, segundo a professora, houve melhora do rendimento em sala de aula. Quando não há produção, foi informado, a comunidade fornece as hortaliças para o preparo dos alimentos nas escolas. Foi informado, também, que nos canteiros em pleno funcionamento, é possível produzir hortaliças suficientes para atender a demanda das escolas e das comunidades.

Conclusões e recomendações para melhoria do P1+2 no âmbito das escolas

O diagnóstico feito sinaliza para a necessidade de ajustes no sistema cisterna-horta-alimentação, visando sua maior eficiência. Diante disto, algumas das sugestões dadas *in loco* serão apresentadas a seguir:

- Necessidade imprescindível de um responsável pelo sistema cisterna x horta do P1+2 estando, atualmente, sob a responsabilidade do(a) professor(a) da escola e/ou voluntários da comunidade pouco comprometidos. Sugere-se que as Secretarias Municipais de Educação negociem com suas respectivas Prefeituras para disponibilizar pessoal capacitado para cuidar do sistema ou articular com as Secretarias Municipais de Agricultura para, periodicamente, disponibilizar um técnico (agrônomo ou técnico agrícola) para orientar a pessoa responsável sobre práticas simples de cultivo de hortaliças e fruteiras visando o bom desempenho da horta e, ou do pomar. Esse técnico poderia, também, contribuir com a escola para contextualizar o tema em salas de aula e realizar lavagens periódicas nas cisternas tendo em vista que, até o momento, as mesmas não foram lavadas;

- A grande maioria das bombas manuais instaladas apresenta-se, atualmente, sem funcionar. As poucas que funcionam não são utilizadas, pois seu rendimento é baixo. Recomenda-se, assim, sua substituição por bombas manuais de ferro fundido;

- Para reduzir o volume de sedimentos carreados para a cisterna recomenda-se dispor na estrutura de alvenaria construída na entrada da cisterna pedras (tamanho médio e pequeno) como seixos rolados e ou brita e areia grossa, os quais atuarão como filtros, retendo a maior parte desse material. Também, colocar tela na entrada dos tubos de PVC. Em uma das cisternas foi informado que entrou pelo tubo de PVC um camaleão, que morreu dentro da cisterna, deixando a água com mau cheiro;

- As cisternas de consumo dos alunos e professores devem, necessariamente, ser lavadas pelo menos uma vez por ano. Além disso, contatos com as Secretarias Municipais de Saúde devem ser feitos objetivando realizar as medidas de tratamento de água mais adequadas. Em nenhuma cisterna de consumo foi observada a existência de dispositivos para desvio das primeiras águas de chuva, cujas precipitações têm como objetivo lavar o telhado;

- Algumas hortas dispunham de sombrite (tela de nylon) como forma de reduzir a incidência da luz solar e reduzir a temperatura do solo e do ambiente. No entanto, o mesmo foi colocado a, aproximadamente, 1,0 m de altura do solo, dificultando as práticas culturais. Muitos destes sombrites se encontravam enrolados e dispostos no chão, sem cumprir com o objetivo proposto. Outros tipos de materiais podem ser utilizados como cobertura, como foi observado em algumas hortas cobertas com palha de carnaubeira, de coqueiro e culturas que se desenvolvem formando ramificações, sombra e frutos, à semelhança do maracujazeiro, chuchuzeiro, etc;

- Foi observado nas áreas exploradas a presença de fruteiras. Provavelmente, isto se deve à menor necessidade de mão-de-obra, em detrimento das hortaliças. No entanto, à semelhança dos canteiros, as fruteiras também requerem cuidados adequados;

- A partir de uma visão geral é perceptível que a alimentação escolar destes municípios é afetada, além dos fatores administrativos municipais, por outros fatores locais, como acesso, e condições físicas das escolas. No entanto, a presença das cisternas é uma alternativa que pode promover melhoras na alimentação destes alunos e contribuir de forma positiva no crescimento e desenvolvimento das crianças e adolescentes destas comunidades. Mas, para que as cisternas atuem beneficamente, é preciso maior dedicação nas práticas agrícolas necessárias nos canteiros e nas covas de fruteiras.

AGRADECIMENTOS

A equipe do projeto de pesquisa "Contribuições para a melhoria da diversidade dos alimentos das famílias e fornecidos nas escolas rurais do Semiárido brasileiro, no âmbito do P1+2", agradece o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fundação de Amparo à Ciência

e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE e, especialmente, aos secretários de educação, professores e alunos das escolas pesquisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. O. de; BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B. Água de chuva armazenada em cisterna pode incrementar qualidade nutricional da dieta das famílias. Cadernos de Agroecologia. Vol 6, Nº. 2, Dez 2011.

ARAÚJO, J. O. de. Benefícios das cisternas para melhoria da qualidade da alimentação escolar em municípios da Bahia. 2012. 27 f. Monografia (Especialização em Nutrição Clínica) - Centro Universitário do Rio Grande do Norte, Natal.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social. Cisterna nas escolas. Acessado em 12/03/2012. Disponível em < http://www.mds.gov.br/segurancaalimentar/ acessoaagua/cisternasnasescolas>.

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; GNADLINGER, J.; PEREIRA, L. A. Cisterna: alternativa hídrica para melhorar a dieta alimentar das famílias do semi-árido brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 7., 2009, Caruaru. Captação e manejo de água de chuva: avanços e desafios em um ambiente de mudanças. Caruaru: ABCMAC: Embrapa Semiárido: AMASNE, Anais... 2009. 1 CD-ROM.

BRITO, L.T.L., CAVALCANTI, N.B., ARAUJO, J. de. O. Frutas produzidas com água de chuva armazenada em cisterna melhoram a dieta alimentar das famílias rurais. In: III Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido brasileiro: Experiências para Mitigação e Adaptação. Anais... Juazeiro (BA), 2011. 1 CD-ROM.

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE)/Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE. Referências Nutricionais para o Programa Nacional de Alimentação Escolar. Brasília, DF. 2009.

WIN, U. D. Técnicas de captação e uso da água no Semiárido brasileiro: canteiros econômicos em água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 6., 2007, Belo Horizonte. Água de chuva: pesquisas, políticas e desenvolvimento sustentável. Anais... Belo Horizonte: ABCMAC/Embrapa Semiárido/UFMG, 2007. 1 CD-ROM.

PERFIL SOCIOECONÔMICO E DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA ÁREA URBANA DA MICRORREGIÃO DO ALTO CAPIBARIBE, PE

Geórgia Cristina de Sousa Oliveira[1]

Resumo: O problema da falta d'água que assola o semiárido pernambucano, também atinge as áreas urbanas abastecidas pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Os principais fatores são: o aumento da população, a poluição dos recursos hídricos, as condições climáticas e a demanda cada vez maior por água potável. Assim, diante do risco de escassez e da incerteza sobre as infraestruturas hídricas existentes na área urbana da microrregião do Alto Capibaribe, PE, houve-se a necessidade de caracterizar o perfil socioeconômico e hídrico da população, sendo este o objetivo principal deste trabalho. Para tanto, foram aplicados questionários a uma amostra de 178 pessoas da citada microrregião. Os principais resultados mostram que por domicílio vivem em média quatro pessoas, com uma renda de no máximo um salário mínimo, em 47,2%, sendo a principal atividade, o trabalho autônomo. Observou-se ainda que 78,1% da população é abastecida pela rede geral de água, no entanto, 27% tem problemas relacionados à sua falta. Mesmo assim, 88% acreditam ser a cisterna a melhor alternativa para armazenar água de chuva.

Palavras-chave: Água. Escassez. Área Urbana. Captação.

INTRODUÇÃO

A falta d'água é um problema historicamente conhecido pela população do nordeste brasileiro, especialmente a do semiárido. No entanto, este problema tem atingido áreas urbanas (em geral abastecidas pelas companhias de abastecimento de água) em virtude do aumento da população, das condições climáticas, da demanda cada vez maior por água potável e pela falta de infraestrutura adequada para o armazenamento, causando transtorno do ponto de vista hídrico, econômico e social.

Nas regiões urbanas sob estresse hídrico, o problema pode ser de origem quantitativa ou qualitativa. A primeira, decorre de períodos de maior escassez e a segunda, resulta de modificações na qualidade da água pela poluição. Já a escassez econômica, é ditada pela incapacidade de saldar os custos de acesso às águas e a escassez política/social, é a criação de políticas públicas inadequadas que impedem alguns segmentos da sociedade de ter acesso à água ou aos ecossistemas aquáticos (Gonçalves, 2011).

Sickermann (2003) explica que as companhias de abastecimento brasileiras trabalham com 250l/hab/dia, e o racionamento d'água não consegue equilibrar oferta e demanda. Por isso, a legislação local requer que todas as edificações tenham incluso o sistema de captação de água de chuva e portanto, se tornem autosustentáveis em relação ao abastecimento de água nos próximos anos.

Existe um consenso mundial que aponta a captação de água de chuva como a única alternativa viável tanto para o consumo humano e para fins não potáveis, quanto para diminuir a intensidade das enchentes nas grandes cidades devido ao elevado índice de impermeabilização do solo (Campos et al., 2003).

Com isso, vem a importância da conscientização da população promovendo assim o uso racional da água tratada, reduzindo o consumo indevido, ativando o uso da água de chuva para usos não potáveis e preservando ao máximo os recursos naturais (Zolet, 2005).

Diante do risco de escassez e da incerteza sobre a utilização dos sistemas de captação e armazenamento de água pela população da área urbana da microrregião do Alto Capibaribe, PE, houve-se a necessidade de um estudo que permitisse caracterizar estatisticamente o perfil socioeconômico e hídrico da população, sendo este o objetivo principal deste trabalho.

[1] Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco. Endereço: Rua Treze de Maio, 236. Centro. Campina Grande/PB. Email: georgia.ufpe@bol.com.br

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A Microrregião do Alto Capibaribe é uma subdivisão da Mesorregião Agreste do estado de Pernambuco formada por nove municípios: Casinhas, Frei Miguelinho, Santa Cruz do Capibaribe, Santa Maria do Cambucá, Surubim, Taquaritinga do Norte, Toritama, Vertente do Lério e Vertentes, cartograficamente inseridos entre as coordenadas 7°30' e 8°04'48"S e 35°19'12" e 36°26'24"W dentro dos limites do Polígono das Secas. A população total (Ibge, 2010) é de 273.742 habitantes, sendo 204.880 na área urbana e 68.862 na área rural, centrados em uma superfície de 1.783 km², totalizando uma densidade demográfica de aproximadamente 153 hab/km².

Procedimentos metodológicos

A caracterização socioeconômica e hídrica foi feita mediante questionários aplicados a alunos do ensino médio das escolas estaduais de cada município da microrregião através de amostragem aleatória. A amostra pesquisada foi constituída por 178 pessoas. De forma resumida, as perguntas abordavam temas relacionados à renda da família, número de pessoas por domicílio, atividade profissional, tipos de reservatórios para armazenar água, origem da água consumida, se há falta d'água e sobre o tratamento utilizado na água para o consumo. Os dados foram organizados e analisados utilizando-se a distribuição de frequência, sendo calculadas as frequências absolutas e relativas. Os cálculos e gráficos foram feitos usando a planilha Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os principais resultados mostram que na zona urbana, por domicílio, Figura 1, as famílias são constituídas em 64,6% por quatro a seis pessoas. Embora haja indícios de decrécimo familiar, porque 29,8% têm de uma a três pessoas.

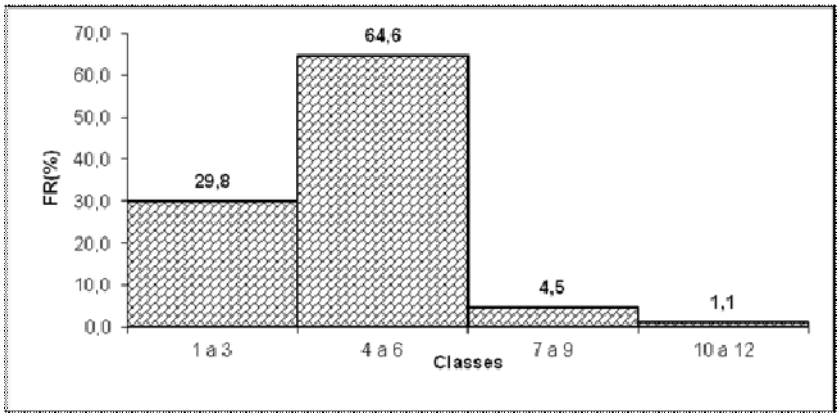


Figura 1. N° de pessoas por domicílio

Considerando a renda familiar, observa-se (Figura 2) que a fonte de renda de 47,2% é de no máximo um salário mínimo, que advêm principalmente de aposentadoria do INSS, por outro lado, existem famílias que sobrevivem apenas com o subsídio do Bolsa Família, programa de transferência de renda do Governo Federal, que pode variar entre R$ 32,00 até R$ 306,00. Entretanto, 41,6% apresentam renda entre dois e três salários mínimos, reflexo do desenvolvimento da produção industrial dos centros urbanos, com destaque para o setor de confecção do jeans nos municípios de Toritama e Santa Cruz do Capibaribe.

Com relação à atividade profissional (Figura 3), observa-se ser autônomo a principal ocorrência em 27%, seguido de funcionário público (23,6%) e de outras atividades (18,5%). Entre as outras atividades destacam-

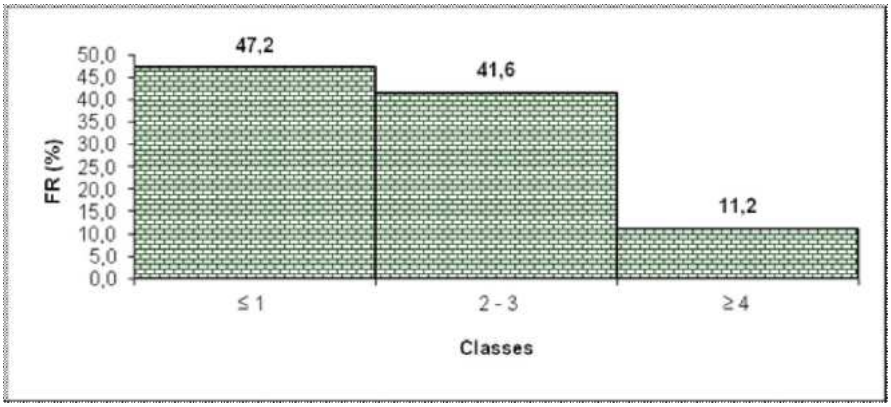


Figura 2. Renda mensal da família

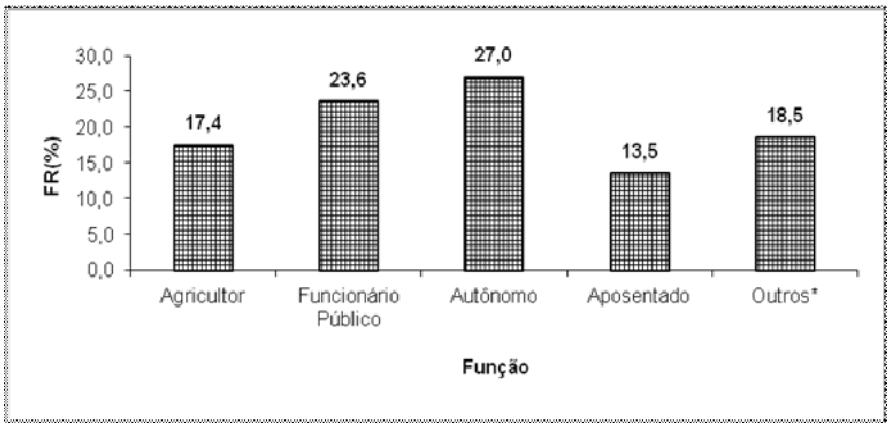


Figura 3. Profissão do responsável pelo domicílio

se os trabalhos temporários (os bicos) tais como: ajudante de pedreiro, moto taxista, garçom, cozinheiro, costureiro e estampador.

Em relação a questão hídrica, a Figura 4 mostra a origem da água consumida e identifica que 78,1% utilizam água originariamente da COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento), e apenas 19,1% água captada e armazenada na cisterna.

Já na Figura 5, os locais de armazenamento de água nos mostram que 50% costumam armazenar a água das chuvas em cisternas, mesmo aqueles que possuem o sistema de abastecimento da COMPESA, porém 32%

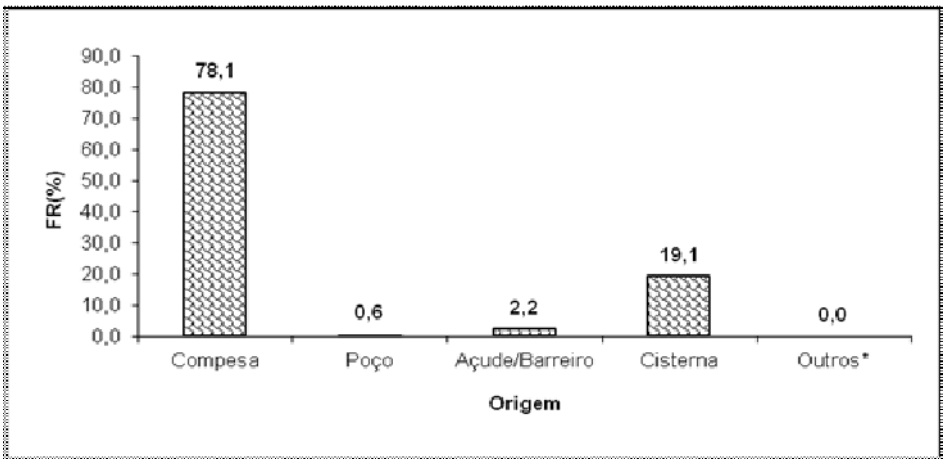


Figura 4. Origem da água consumida

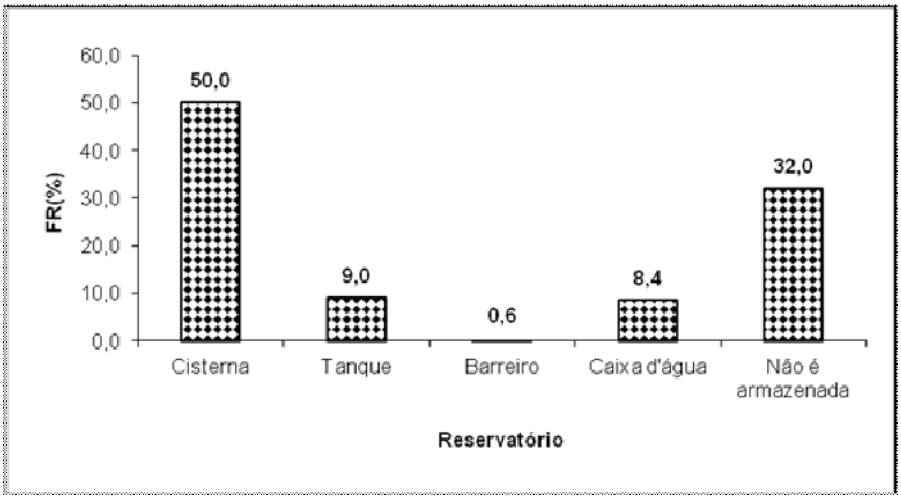


Figura 5. Locais de armazenamento d'água

ainda não a armazenam, o que possibilita o risco de escassez em caso de racionamento devido as condições climáticas da região e/ou simplesmente pela manutenção do sistema.

Em média, 27% da população afirmam que tem algum problema com a falta d'água, que corrobora com Oliveira (2012) que afirma ter na microrregião do Alto Capibaribe, PE, locais atendidos pelos sistemas de abastecimento com a mesma problemática. Nestes casos diagnostica-se que, não existem locais para o armazenamento de água para garantir a subsistência em caso de sua falta em 32% (Figura 5) ou a infraestrutura de armazenamento existente não atende a demanda hídrica da família, ou seja, não está dimensionada adequadamente.

As diferentes formas de financiamento para construção das infraestruturas hídricas na microrregião do Alto Capibaribe são mostradas na Figura 6. Dos entrevistados que possuem cisternas, 81,5% foram construídas com recursos próprios e cerca de 3,4% pelo Programa de Um Milhão de Cisternas do Governo Federal (P1MC). No entanto, 12,9% dos moradores não têm nenhum tipo de infraestrutura hídrica, por não ter condições financeiras para construí-la.

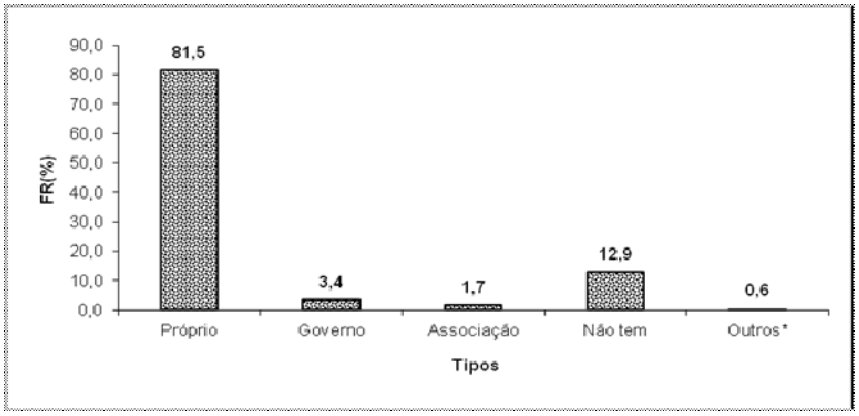


Figura 6. Recursos financeiros para construção da cisterna

Mesmo assim, 88,8% dos entrevistados citaram as cisternas, como sendo a melhor alternativa para armazenar água da chuva porque se entende que o aumento na oferta da água permite a fixação da família no seu local de origem.

Diagnosticou-se, também (Figura 7), que 18% das famílias não fazem nenhum tratamento na água e apenas 0,6% usam peixes nas cisternas como uma forma de tratamento. Na verdade, os peixes da espécie *Axtianax*

spp, tipo piaba não fazem tratamento e sim eliminam larvas. O consumo de água não tratada é preocupante, visto que muitas doenças são transmitidas pela ingestão ou uso de água sem tratamento.

No entanto, de um modo geral, há uma preocupação da população com relação à água de qualidade, por isso, 61,8% dos entrevistados, aplicam hipoclorito de sódio na água, produto este cedido pelos agentes comunitários de saúde dos municípios a fim de combater microorganismos porventura existentes.

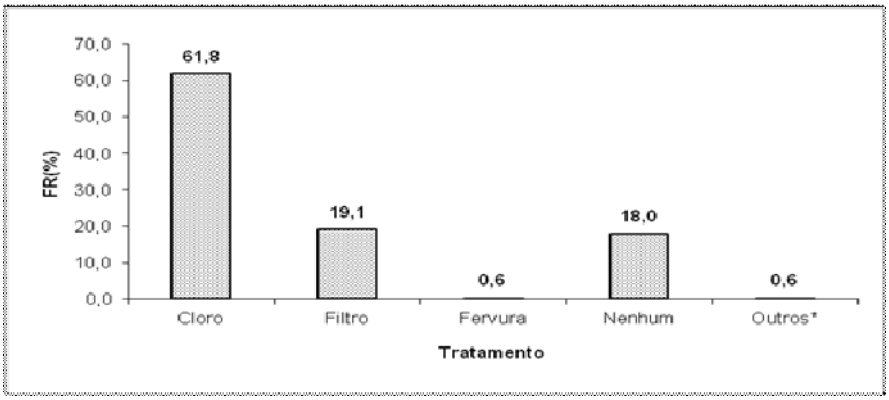


Figura 7. Tipos de tratamento na água

CONCLUSÃO

Este trabalho mostrou que a população da área urbana da microrregião do Alto Capibaribe, PE, mesmo sendo atendida em 78,1% pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), apresenta problemas relacionados à falta d'água, em 27%, em virtude da falta de uma infraestrutura hídrica para o armazenamento ou pelo dimensionamento incorreto da mesma quando existente.

De maneira geral, 50% da população costuma armazenar água de chuva em reservatórios, mesmo com o abastecimento pela rede geral de água, 32% não armazenam e 13% só não possuem um sistema de armazenamento, por falta de condições financeiras, pois a renda é de no máximo um salário mínimo para 47,2% da população e a infraestrutura hídrica nesta microrregião é construída em 81% com recursos próprios.

Mesmo assim, 88% da população acredita ser a cisterna a melhor alternativa para armazenar água de chuva para o enfrentamento dos períodos de escassez, mesmo na área urbana, desde que devidamente dimensionada para atender as necessidades hídricas por domicílio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, M.A.S., HERNANDES, A.T., AMORIM, S.V.de. Análise de custo da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para uma residência unifamiliar na cidade de Ribeirão Preto-SP. In: IV Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuvas, 2003, Petrolina, PE. Anais...Petrolina, 2003. Cd-Rom

GONÇALVES, R.F. Uso racional da água no meio urbano: aspectos tecnológicos, legais e econômicos. In: MEDEIROS, S. de S, et al.(ed). Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande: INSA, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_dou/default_resultados_dou.shtm Acesso em: 18 ago. 2011.

OLIVEIRA, G. C. de S. Perfil socioeconômico e potencialidades para a captação de água da chuva na microrregião do Alto Capibaribe, PE. Recife: UFPE, 2012. 110 p. Dissertação Mestrado.

SICKERMANN, J. M. Gerenciamento Sustentável das Águas de Chuva: Imprescindível para o futuro das grandes cidades do Brasil. In: IV Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuvas, 2003, Petrolina, PE. Anais...Petrolina, 2003. Cd-Rom

ZOLET, M. Potencial de Aproveitamento de Água de Chuva para Uso Residencial na Região Urbana de Curitiba. Curitiba: PUCPR, 2005. 42p. Trabalho de Conclusão de Curso.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

REGIME PLUVIAL E POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA AS MICRORREGIÕES MAIS SECAS DA PARAÍBA

Hermes Alves de Almeida[1] & Maysa Porto Farias[2]

Resumo: Para realização deste trabalho foram selecionadas as localidades mais secas das microrregiões do Cariri (Cabaceiras), Seridó (Nova Palmeira) e Curimataú (Algodão de Jandaíra) da Paraíba. Estabeleceram-se o regime pluvial e os volumes potenciais de captação de água da chuva (VPC), para seis "cenários" com totais anuais de chuvas, sendo essas determinações os objetivos principais deste trabalho. As séries pluviais foram cedidas pela AESA, Campina Grande. O regime pluvial foi estabelecido usando distribuições estatísticas e o VPC pelo produto de cada cenário de chuva pela área de captação. Os principais resultados indicaram que o regime pluvial é irregular e assimétrico, a estação chuvosa nas microrregiões do Cariri e Seridó diferem da do Curimataú em quantidade, duração e distribuição. Os maiores VPCs, para áreas de captação de 60, 80, 100 e 120 m^2, foram em Nova Palmeira, os menores em Algodão de Jandaira e no permeio Cabaceiras. Conclui-se que o estabelecimento do regime pluvial é a condição primordial para quantificar o VPC local e regional.

Palavras-chave: clima, semiárido, chuva, abastecimento de água, cisternas.

INTRODUÇÃO

O clima é considerado como o elemento condicionador da dinâmica do meio ambiente, pois exerce influência direta tanto nos processos de ordem física, quanto biológica, assim como na sociedade de modo geral.

O semiárido nordestino é a segunda região mais populosa do Brasil, embora disponha do menor potencial de recursos hídricos. A maioria do subsolo é cristalino e, por isso, não propicia à formação de aquíferos. Assim, o barramento do escoamento superficial é a principal garantia hídrica e a precipitação pluvial a única fonte de suprimento. No entanto, a chuva é o elemento do clima de maior variabilidade espacial e temporal em qualquer região e, em especial, nesta região. De acordo com Almeida & Silva (2004); Almeida & Pereira (2007); Almeida & Gomes (2011); Almeida (2012), o modelo mensal e intra-anual de distribuição de chuvas no semiárido paraibano, é extremamente irregular tanto no tempo quanto no espaço. Além disso, na maioria dos anos, a chuva ocorre durante dois a três meses, em outros persistem por até nove ou chove torrencialmente num local e quase nada aos seus arredores.

O "drama" do nordestino começa pela busca da água, que a maioria dos locais, fica distante da sua moradia. Os sistemas de aproveitamento de água da chuva podem ser desde os mais simples até os mais sofisticados. A experiência de captação e armazenamento em cisternas, inclusive nesta região, tem se mostrado ser uma tecnologia simples e de uso quase universal (Campos, 2003).

Diante disto, houve á necessidade de se estabelecer, estatisticamente, o regime pluvial mensal, anual, o da estação chuvosa e o volume potencial de captação de água da chuva, associando aos diferentes níveis de probabilidade, das localidades mais secas das microrregiões do Cariri, Seridó e Curimataú da Paraíba, sendo estas determinações os objetivos principais deste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Séries de dados mensais e anuais de precipitação pluvial de dezessete localidades mais secas do Estado da Paraíba, pertencentes às microrregiões do Cariri, Seridó e Curimataú foram cedidas pela Agência Executiva

[1] Professor Doutor. Universidade Estadual da Paraíba, Departamento de Geografia, Campina Grande, PB. 58400-560. Fone: (083) 33107020, e-mail: hermes_almeida@uol.com.br
[2] Geógrafa, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB

das Águas do Estado da Paraíba (AESA), Campina Grande, PB. Após análises estatísticas foram selecionadas Cabaceiras, Nova Palmeira e Algodão de Jandaíra por serem eles os locais mais secos de cada uma da microrregião, respectivamente.

Utilizando-se a distribuição de frequência, os dados brutos (originais) foram arranjados em classes ou categorias, sendo determinados: os intervalos e a amplitude da classe, os pontos médios de cada classe, com as suas respectivas frequências, histogramas e polígonos de frequência, mediante critérios estatísticos propostos por Almeida & Gomes (2011).

O agrupamento dos dados mensais e anuais de precipitação pluvial foi feito usando a distribuição de frequência e obedecendo à sequência cronológica. Em seguida, determinou-se o as medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (amplitude e desvio padrão).

As médias da precipitação pluvial e dos respectivos desvios padrão, de cada microrregião, foram calculadas pela média aritmética das localidades que as compõem. As médias das microrregiões foram determinadas pela média dos seus respectivos locais.

O critério utilizado para o estabelecimento da estação chuvosa foi o da sequência de meses com os maiores valores medianos (mediana da série).

Após o estabelecimento do regime pluvial dos dezessete locais, das três microrregiões geográficas, escolheu-se o local menos chuvoso de cada microrregião. Com seis cenários pré-estabelecidos com totais anuais de precipitação pluvial equivalentes aos níveis de 25, 50 e 75% de probabilidade e os correspondentes ao ano mais seco, o mais chuvoso e a mediana do período foram estimados os volumes potenciais de captação de água da chuva (VPC), mediante a expressão:

$$VPC = \text{chuva (mm)} * A(m^2) * C_e$$

Sendo:

VPC = volume potencial captação da água da chuva (em litros),

A = área de captação do telhado (m^2),

C_e = coeficiente de escoamento (adimensional).

Para uniformizar o sistema de unidades e obter o volume em litros, utilizou-se a seguinte relação: 1 mm de chuva equivale ao volume de 1 litro por cada m^2 de área.

Os cálculos, as análises estatísticas, bem com a confecção dos gráficos, quadros e tabelas realizadas nesse trabalho, foram utilizados planilhas Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1, 2 e 3 mostram, respectivamente, a distribuição média mensais da media, mediana e desvio padrão da precipitação pluvial das microrregiões do Cariri, Seridó e Curimataú do Estado da Paraíba. Nota-se, entretanto, que em ambas as microrregiões a precipitação pluvial mensais é irregularmente distribuída, ou seja, de julho-agosto a fevereiro os desvios padrão são superiores a própria média aritmética. Das três microrregiões estudadas, o Curimataú é mais chuvosa, a do Cariri a menos chuvosa e a do Seridó a intermediária.

Com relação à irregularidade da média, a microrregião do Seridó é mais dispersa, com desvio padrão de 49,0 % da média, a do Curimataú (Figura 3), a que tem a menor dispersão (39,3% da média) e do Cariri que tem uma média com um desvio padrão correspondente a 46,7 % do valor esperado.

Com relação à estação chuvosa, observa-se, que se inicia e fevereiro-março e dura até abril-maio, nas microrregiões do Cariri e Seridó e estendem-se um pouco junho-julho, para a microrregião do Curimataú. Nota-se, também, que os meses de agosto a dezembro são os menos chuvosos (secos) em qualquer uma das microrregiões.

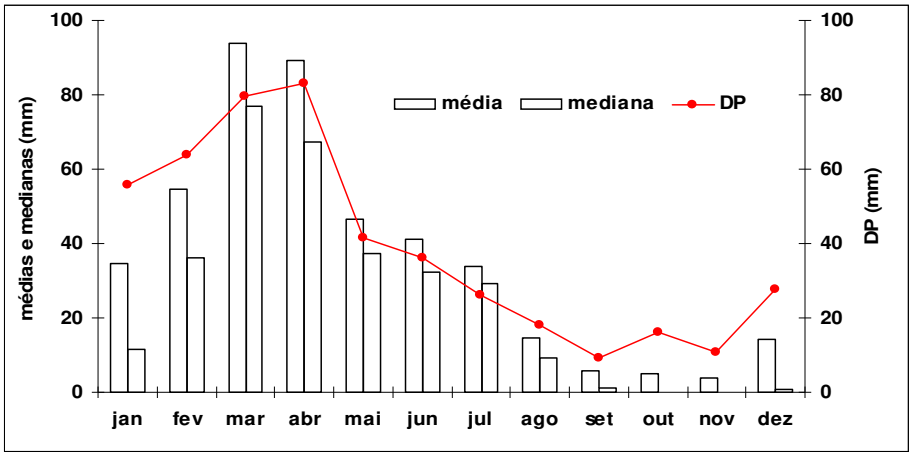


Figura 1. Médias mensais das médias, medianas e do desvio padrão (DP) da precipitação pluvial das sete localidades da microrregião da Cariri da Paraíba

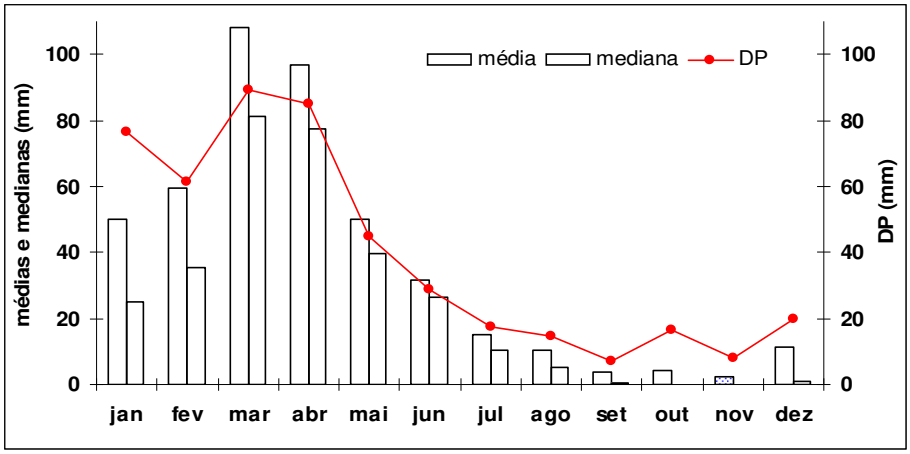


Figura 2. Médias mensais das médias, medianas e do desvio padrão (DP) da precipitação pluvial das cinco localidades da microrregião do Seridó da Paraíba

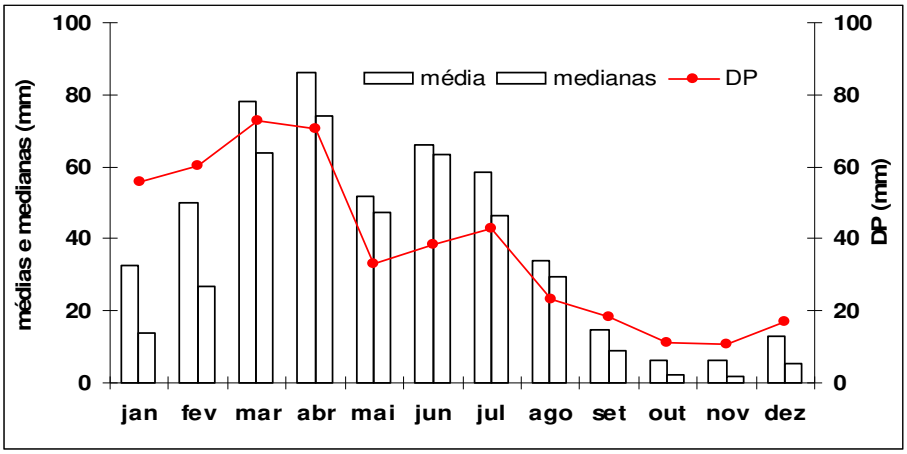


Figura 3. Médias mensais das médias, medianas e do desvio padrão (DP) da precipitação pluvial das cinco localidades da microrregião do Curimataú da Paraíba

Outra característica do regime pluvial é que estação chuvosa difere em quantidade e em duração, ou seja, no Cariri e no Seridó o período mais chuvoso, dura cerca de três meses, enquanto que no Curimataú a duração

é maior (cinco meses), a distribuição é um pouco melhor, quando comparado com as duas outras microrregiões, e o período chuvoso se estende do outono e inverno.

Analisando-se cada microrregião paraibana, constata-se que as médias aritméticas mensais das séries são diferentes e maiores que as respectivas medianas. Isso mostra, entretanto, que o "perfil" de distribuição da chuva, em qualquer uma das três microrregiões, é assimétrico. Diante disto, a média aritmética, mesmo sendo a medida de tendência central mais usada, ela não é o valor mais provável de ocorrer. Isso indica que o uso da mediana deve ser usado, em vez da média, o que concorda com as indicações feitas por (Almeida, 2003; Almeida & Silva, 2004; Almeida & Pereira, 2007; Almeida & Gomes, 2011; Almeida, 2012).

Os volumes potenciais de captação de água de chuvas, para áreas de interceptação dos telhados de 40, 60, 80, 100 e 120 m^2 e seis cenários anuais de regime de precipitação pluvial pré-estabelecidos, para as três localidades mais seca das microrregiões do Cariri (Cabaceiras), Seridó (Nova Palmeira) e Curimataú (Algodão de Jandaira) são mostrados nas Figuras 4, 5 e 6. Observa-se que os maiores volumes potencias de captação de água de chuva, nas condições citadas, foram em Nova Palmeira, os menores em Algodão de Jandaira e no permeio encontra-se Cabaceiras.

Destaca-se, entretanto, que para as condições mediana, para superfícies de captação de 60 e de 120 m^2, observa-se que o VPCs em Cabaceiras, por exemplo, foram 5 % e 22 % maior que os VPC em Nova Palmeira e Algodão de Jandaira, respectivamente.

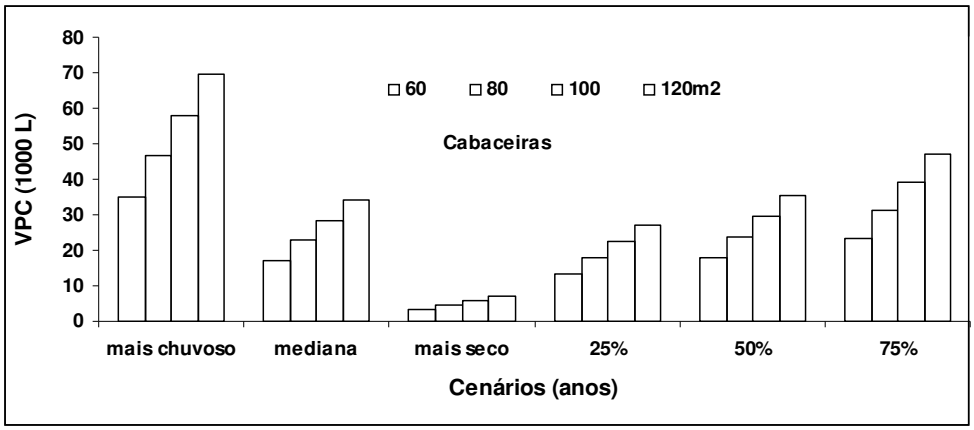


Figura 4. Volumes potenciais de captação de água de chuva (VPC), para seis condições de regime pluvial, para a localidade mais seca da microrregião do Cariri da Paraíba

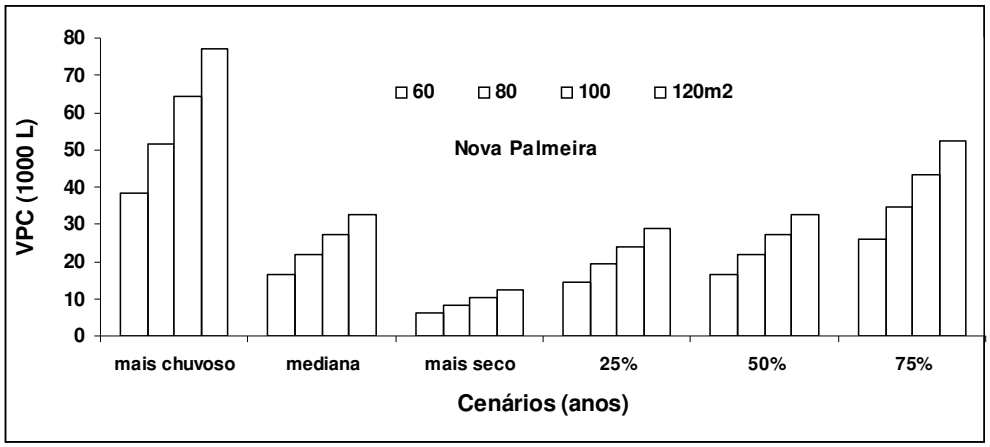


Figura 5. Volumes potenciais de captação de água de chuva (VPC), para seis condições de regime pluvial, para a localidade mais seca da microrregião do Seridó da Paraíba

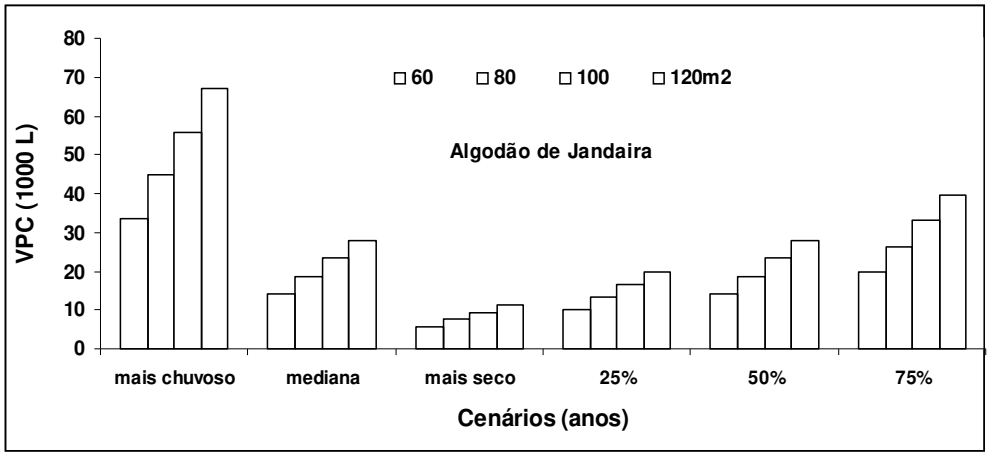


Figura 6. Volumes potenciais de captação de água de chuva (VPC), para seis condições de regime pluvial, para a localidade mais seca da microrregião do Curimataú da Paraíba

Comparando-se os volumes potencias de captação de água de chuvas, nos anos mais seco e no mais chuvoso, para uma área de captação de 60 m^2, verifica-se que os VPCs oscilaram entre 4 e 35 mil litros, em Cabaceiras (Figura 4); de 6 a 38, em Nova Palmeira (Figura 5) e de 6 a 34 mil litros em Algodão de Jandaira (Figura 6). Nota-se, entretanto, que ao nível de 75 % de probabilidade, que ocorre numa sequência um ano a cada quatro anos, e para essas mesmas condições, o menor VPC foi de 20 mil litros em Algodão de Jandaira.

Destaca-se, entretanto, que as diferenças nos volumes potenciais de captação de água de chuvas demonstram de forma muito clara, a importância e a necessidade de um estudo estatístico que permita caracterizar o regime pluvial local. Destarte, que construir um reservatório (cisterna) ou captar água de chuva para outras finalidades sem estudos estatísticos prévio da série pluvial conduzirão a erros que podem resultar numa sub ou super estimativa do volume potencial de captação local ou regional.

CONCLUSÕES

A distribuição mensal de precipitação é assimétrica e o coeficiente de assimetria é positivo;

A mediana é a medida de tendência central mais provável de ocorrer;

O volume potencial mediano de captação de água da chuva, para uma superfície de 60 m^2, varia de 14 mil litros em Algodão de Jandaira a 17 mil litros, em Cabaceiras;

O volume potencial de captação (VPC), no ano mais chuvoso, para uma superfície de 80 m^2, oscilou entre 45 a 51 m^3, enquanto os VPC a 25 % variam de 13 a 19 mil litros de água;

Das localidades mais secas a de menor VPC, nas seis condições de regime pluvial e nos quatros tamanhos de áreas de captação (cobertura), foi Algodão de Jandaira;

Estabelecer estatisticamente o regime pluvial mensal e anual é a condição primordial para quantificar o volume potencial de captação de água da chuva local e regional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, H. A. de. Climate, water and sustainable development in the semi-arid of northeastern Brazil. In: Sustainable water management in the tropics and subtropics and case studies in Brasil, Unikaseel, Alemanha, v.3, p.271-298, 2012.

Almeida, H. A. de, Gomes, M. V. A. Potencial para a captação de água da chuva: alternativa de abastecimento de água nas escolas públicas de Cuité, PB. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 17, Guarapari, ES, 2011, Anais..., Guarapari: CD-R.

Almeida, H. A. de, Oliveira, G. C. de S. Potencial para a captação de água de chuvas em Catolé de casinhas, PE. In: Simpósio de Captação de água de chuvas no semi-árido, 7, Caruaru, PE. CD-R, 2009.

Almeida, H. A. de; Pereira, F. C. Captação de água de chuva: uma alternativa para escassez de água. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 15, Aracaju, SE, 2007, Anais..., Aracaju: CD-R.

Almeida, H. A. de; Ramos, M. M. Q.; Silva, L. Características do regime pluvial em Campina Grande, PB. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 14, Campinas, SP, 2005, Anais...,Campinas: CD-R.

Almeida, H. A. de; Silva, L. Modelo de distribuição de chuvas para a cidade de Areia, PB. In: I Congresso Intercontinental de Geociências, Fortaleza, CE, 2004, Anais, CD-ROM

Almeida, H. A. de. Variabilidade anual da precipitação pluvial em Cabaceiras, PB. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13, Santa Maria, RS, 2003, Anais...,Santa Maria: CD-R

Almeida, H. A. de; Silva, L. Estimativa do potencial para captação de água de chuva no Brejo Paraibano. In: IV Simpósio Brasileiro de captação e manejo de água de chuva, Juazeiro, BA, 2003, Anais, CD-R

Campos, M.A.S.; Hernandes, A. T.; Amorim, S.V. Análise de custo da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para uma residência unifamiliar na cidade de Ribeirão Preto. IN: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 4, ABCMAC, Juazeiro, BA, 2003. CD-Rom

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

EFEITO DO ESTERCO DE CAPRINO NA PRODUTIVIDADE DO INHAME DA COSTA (*Dioscorea cayennensis*) EM BARRAGEM SUBTERRÂNEA

Roseli Freire de Melo[1], José Barbosa dos Anjos[2], Lucio Alberto Pereira[2], Luiza Teixeira de Lima Brito[2] & Luciane Cruz Coelho[3]

Resumo: Objetivando avaliar o efeito do uso de adubo orgânico na produtividade do inhame da Costa (*Dioscorea cayennensis*) cultivado em área de barragem subterrânea foram aplicados doses de 0,0; 0,5; 1,0; 2,0 e 3,0 litros (L) de esterco de caprino, na cova de plantio. O ensaio foi conduzido no campo experimental da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE no período chuvoso, com o plantio realizado em janeiro de 2011 e a colheita foi realizado aos 7 meses após o plantio. As análises químicas do solo foram realizadas antes do plantio em três profundidades. Conforme resultados obtidos, foi possível constatar o efeito do esterco na produtividade da cultura, com aumentos de 118% com a aplicação de 3L de esterco por cova. De modo geral o uso de adubo orgânico em barragens subterrâneas pode contribuir significativamente para aumentar a produção de inhame e reduzir os riscos de perda da safra.

Palavras-Chave: Adubo orgânico, Semiárido, tecnologia de captação de água de chuva

INTRODUÇÃO

No Nordeste do Brasil a cultura do inhame (Dioscorea sp.), constitui alternativa agrícola potencial para ampliar o consumo no mercado interno e atender a demanda do mercado externo, bem como fonte de renda para os pequenos e médios agricultores familiares. A cultivar inhame da Costa (*Dioscorea cayennensis*) é recomendada para o plantio comercial. Essa cultura se desenvolve, satisfatoriamente, em clima tropical quente e úmido, sob condições de regime pluvial de 1.000 a 1.600 mm anuais, com temperatura ótima diária de 24 a 39 ºC e umidade relativa do ar de 60 a 70%. Produzem bem em solos de textura arenosa e média, profundos, bem drenados e arejados, férteis e ricos em matéria orgânica, com pH de 5,5 a 6,0 (Santos, 1996, 2002a; Santos et al., 2006).

A produtividade, nos cultivos de sequeiro, bem conduzidos, varia de 12.000 a 15.000 kg ha^{-1}; nos cultivos irrigados, podem atingir de 20.000 a 25.000 kg ha^{-1} (Santos et al., 2007). Apesar da importância dessa cultura para a região Nordeste, a sua produtividade é baixa, em torno de 11.000 kg ha^{-1} decorrente de fatores como: indisponibilidade de material propagativo de boa qualidade, alto nível de infecção de doenças fúngicas (*Curvularia* e *Phytophthora*), uso indiscriminado de agrotóxicos, alta incidência e severidade de fitonematóides no solo e nas túberas semente, uso inadequado d e fertilizantes químicos e baixo nível tecnológico dos produtores rurais. Para aumentar a produtividade dessa cultura é fundamental se praticar um manejo cultural eficiente, considerando os aspectos relacionados ao plantio, ao crescimento e desenvolvimento da planta, à condução da cultura (fertilização, tratos culturais e controle fitossanitário) e às colheitas. Também se faz necessário estruturar a cadeia produtiva, promover melhoria dos sistemas de produção, da qualidade do produto, oferta constante e preços competidores, na busca de maior retorno econômico.

Em se tratando de barragem subterrânea, a adição de adubo orgânico pode aumentar significativamente a produção, principalmente em cultivos de base agroecológica, que permitem também o aproveitamento dos recursos da própria propriedade. As principais vantagens da barragem subterrânea são acumulação de água com reduzida perda por evapotranspiração, comparativamente com os reservatórios de acumulação de água

[1] Pesquisadora da Embrapa Semiárido, Eng. Agrônoma, Doutora, Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal . CEP 56302-970 Petrolina, PE, tel. 87 38663779, e-mail, roseli@cpatsa.embrapa.br
[2] Pesquisadores da Embrapa Semiárido
[3] Estudante do Curso de Geografia, UPE, estagiaria da Embrapa Semiárido

superficial, cujas perdas podem alcançar até 2.500 mm por ano (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2007); menor riscos de salinização e a não-ocupação de áreas agricultáveis (BRITO et al., 1989). Quando bem manejada, garante também maior permanência da água no solo principalmente quando associada à práticas de manejo como a adubação orgânica. Sendo assim, este estudo tem como objetivo avaliar o impacto do uso de esterco de caprino sobre a produtividade do inhame da Costa (*Dioscorea cayennensis*) cultivados em área de barragem subterrânea.

MATERIAL E METODOS

O ensaio foi realizado no campo experimental da Embrapa Semiárido, Petrolina-PE em solo caracterizado como Latossolo Vermelho Amarelo, com textura média, cultivado com a cultura do inhame cultivar inhame da Costa (*Dioscorea cayennensis*) no espaçamento 1,00m x 1,00m em parcelas com fileiras de 10 m de comprimento totalizando 3 fileiras por tratamento, com 30 plantas, a fileira representou a repetição, totalizado 3 repetições. Sendo assim foram avaliadas 30 plantas por tratamento.

Os tratamentos foram compostos por doses de esterco na proporção de 0,0; 0,5; 1,0; 2,0 e 3,0L de esterco por cova. O delineamento adotado foi inteiramente casualisado. Foram instalada uma linha de plantas na borda para efeito de bordadura. A cultura foi implantada em 28 de janeiro e colhida quando iniciou o amarelecimento das folhas aos 7 meses após o plantio, a colheita foi realizada manual com auxílio de enxadão. Foram coletadas amostras de solo antes da aplicação do adubo orgânico (esterco de caprino curtido) na profundidade de 0-20; 20-40 e 40-60 cm, para determinação das características químicas (Tabela 1). As análises foram realizadas no laboratório de solo da Embrapa Semiárido, conforme metodologia recomendada por Embrapa (2007).

Tabela 1. Características químicas das amostras de solo coletadas em diferentes profundidades na barragem subterrânea localizadas no Campo experimental da Caatinga, no ano de 2011

			Características químicas								
Prof. (cm)	pH	P mg dm^{-3}	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	Na^{+}	$S_{(base)}$	CTC	CE dS m^{-1}	M.O. g kg^{-1}
			cmol$_c$ dm^{-3}								
0-20	5,6	2,26	0,30	1,30	0,60	0,30	0,02	2,22	3,37	0,36	6,52
20-40	5,5	1,22	0,15	2,80	1,20	0,25	0,03	4,18	5,66	0,28	3,83
40-60	5,0	1,13	0,12	2,40	1,40	0,35	0,06	3,98	5,66	0,16	3,62

O adubo orgânico foi aplicado na cova de plantio e misturado com solo antes de colocar as túberas-sementes. Quanto aos tratos culturais foram realizados quatro capinas manual e as montoas foram mantidas cobertas por restos vegetais durante todo ciclo da cultura. A precipitação pluviométrica foi monitorada durante todo período de estudo, como também acompanhamento visual semanal de presença de pragas na cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados pluviométricos nos meses de janeiro a agosto choveu o suficiente para manter a umidade do solo dentro da barragem subterrânea (30 a 60%), sendo que a precipitação mensal no período de janeiro a abril variou de 72 a 153 mm mensal, favorecendo o desenvolvimento das plantas de inhame (Figura 1). Considerando que a barragem é um sistema fechado, apropriado para captar água da chuva, o cultivo de culturas como inhame nesses ambientes é favorável, visto que em condições de sequeiro, no município de Petrolina-PE é limitado pela distribuição das chuvas ao longo do ciclo das culturas.

Quanto à produtividade da cultura foi possível constatar diferença significativa pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade entre as doses de esterco de caprinos utilizados (Tabela 2). Com aumento chegando a 118% quando aplicado 3 L de esterco de caprino por cova, pode-se observar que a dose mínima de esterco 0,5L já

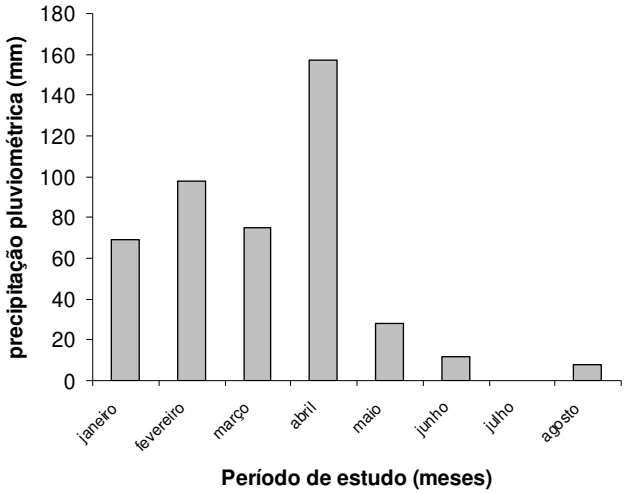


Figura 1. Resultado da precipitação pluviométrica na área de estudo de janeiro a agosto 2011

Tabela 2. Produtividade de média (kg ha^{-1}) de inhame com e sem adubação orgânica

Tratamento	Produtividade média	Produtividade/ha
Ausência de esterco	1,195 e	11.954 e
0,5 L de esterco	1,569 d	15.690 d
1 L de esterco	1,992 c	19.916 c
2 L de esterco	2,737 b	27.368 b
3 L de esterco	2,903 a	26.032 a

Médias seguida pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

contribui para ganho de produtividade, quando comparado a ausência de esterco. De acordo com a Tabela 2 é possível verificar que a produtividade na maior dose chegou a atingir 26.032 kg/ha, essa produtividade é equivalente as de áreas irrigadas de acordo com Santos et al. (2007).

Uma vez que o experimento foi instalado em solo com baixos teores de P e K, principalmente nas profundidades acima de 20 cm, acredita-se que os benefícios do esterco de caprino sobre o desenvolvimento e rendimento inhame, devam-se não apenas ao suprimento de nutrientes, mas também a melhoria de outros constituintes do solo, no fornecimento de água, no arranjamento da sua estrutura por meio de formação de complexos húmus-argilosos e conseqüente aumento na CTC, (Yamada e Kamata, 1989), proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes. Essas condições, provavelmente, permitiram ao inhame o seu potencial de produção de túberas, induzida pela sua constituição genética.

Quanto a presença de pragas e doenças não foi observada nenhuma ocorrência durante o período de cultivo, nem infecção de nematóide nas túberas, esse comportamento da cultura é de grande importância, visto que geralmente a cultura se desenvolve, satisfatoriamente, em clima tropical quente e úmido, sob condições de regime pluvial de 1.000 a 1.600 mm anuais, com temperatura ótima diária de 24 a 39 °C e umidade relativa do ar de 60 a 70 %. (Santos et al., 2006). Nesse sentido, mesmo em condições adversas de regime pluviométrico como no caso do município de Petrolina-PE a cultura se adaptou bem, sendo uma ótima alternativa de renda para a agricultura familiar em sistemas de base agroecológica em barragens subterrânea.

Na agricultura de sequeiro no semiárido, a alternativa de cultivo com elevado valor econômico como a cultura do inhame, associada a tecnologias de captação de água de chuva é de grande importância para a sustentabilidade da agricultura familiar.

CONCLUSÕES

A aplicação de esterco contribui para aumentar a produtividade do inhame, com aumento de 118%.

A barragem subterrânea é uma tecnologia de captação de água de chuva que favorece o cultivo do inhame, principalmente quando associado a adubação orgânica.

BIBLIOGRAFIA CITADA

EMBRAPA SEMIÁRIDO. *Dados meteorológicos*. Disponível em: <http//www.cpatsa.embrapa.br/serviços/serviços.html>. Acesso em: 23 mar. 2007.

EMBRAPA. *Manual de métodos de análises de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro: 1997, 212p.

SANTOS, E. S; FONTINÉLLI, I. S. C; LACERDA, J.T; CAVALCANTE, M. E. SISTEMA ALTERNATIVO DE PRODUÇÃO DE SEMENTESDE INHAME (Dioscorea sp.). Tecnol. & Ciên. Agropec., João Pessoa, v1., n.2, 2007, 19-24 p.

SANTOS, E. S. Cultura do inhame (Dioscorea sp.). João Pessoa: Emepa, SEBRAE, 2002a. 12 p.

SANTOS, E. S.; CAZÉ FILHO, J.; LACERDA, J. T. de; CARVALHO, R. A.; FONTINÉLLI, I. S. C.; SILVA, J. B. da; BARBOSA, M. M.; CASSIMIRO, C. M. Inhame e preservação ambiental. João Pessoa, PB: Embrapa, Emepa, 2006. 6 p.

SANTOS, E.S. dos. Inhame (Dioscorea spp.): aspectos básicos da cultura EMEPA-PB, SEBRAE, 1996. 158 p. il.

SANTOS, Elson Soares dos; FILHO, Jorge Cazé; LACERDA, José Teotônio de; CARVALHO, Rêmulo Araújo. INHAME (Dioscorea sp.) Tecnologias de Produção e Preservação Ambiental.Tecnologia & Ciências Agropecuárias, João Pessoa, v.1, n.1, p.31-36, set. 2007.

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE UMA BOMBA MANUAL

Eduardo Cohim[1]

Resumo: O aproveitamento da água de chuva no semiárido tem contribuído com a melhora da condição de vida da população, evidenciado pela redução da prevalência das doenças diarreicas. Essa melhora pode ser ainda maior se forem tomados cuidados com a retirada da água da cisterna, o que pode ser feito através do uso de bomba. Entretanto, encontra-se um baixo percentual de utilização desses dispositivos. Este artigo analisou o desempenho hidráulico de uma bomba manual e o esforço necessário para sua operação e concluiu que a bomba é capaz de retirar água da cisterna a uma vazão maior que 10,0 L/minuto com um esforço que poderia ser classificado como leve a moderado.

Palavras-chave: bomba manual, desempenho hidráulico, esforço de operação, custo energético.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro conta com uma produção específica média de água de 0,3 L/s.km2, suficiente para manutenção de uma atividade econômica regular, não fosse a má distribuição das chuvas.

Segundo Malvezzi (2007), citado por Neves et al. (2010), o conceito de convivência com o semiárido pressupõe a possibilidade de desenvolver culturas adequadas ao meio ambiente e uma vida produtiva do ponto de vista econômico, cuja chave passa pela produção e estocagem dos bens em tempos chuvosos para se viver adequadamente em tempos sem chuva, sendo a água o principal bem a ser estocado.

Com esse objetivo e visando garantir o abastecimento regular de água de qualidade para cinco milhões de pessoas em áreas rurais do semiárido brasileiro, foi criado o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido – P1MC, com início em 2001(Neves ET AL, 2010). Desde então, o P1MC construiu mais de 300 mil cisternas, beneficiando mais de 1,5 milhões de pessoas (ASA, 2012).

É de se destacar que a água de chuva coletada dos telhados é considerada, juntamente com água de sistemas públicos de abastecimento e de poços e nascentes protegidos, fonte melhorada de água (WWAP, 2009). O Plano Nacional de Recursos Hídricos aponta a água de chuva como um recurso a ser usado de forma plena em substituição ou suplementação de fontes tradicionais (Gnadlinger, 2007).

A adequabilidade dessa fonte para abastecimento humano pode ser comprovada através de estudos epidemiológicos como o que foi realizado por Heyworth et al. (2006), em que se conclui que o consumo de água de chuva armazenada em cisternas não aumenta o risco de gastrenterite com relação ao consumo de água do sistema público em crianças de 4 a 6 anos, numa evidencia do baixo risco representado pelo uso dessa fonte de água

Na zona rural, principalmente na região semiárida, a água de chuva é, na grande maioria dos casos, a fonte de melhor qualidade, sendo, por isso, destinada aos fins mais exigentes, tais como bebida e preparo de alimentos. Luna (2011), em pesquisa no agreste pernambucano, mostrou que 96% dos usuários de água de chuva usam-na para beber, cozinhar e escovar dentes, enquanto 35% utilizam para banho e apenas 20% destinam essa água para a limpeza da casa.

O mesmo autor afirma que a cisterna é um fator de proteção na ocorrência de episódios diarreicos, uma vez que ter cisterna diminui o risco de ocorrência de episódios diarreicos em 73% em relação a não ter, comprovando, dessa forma o imenso benefício resultante do P1MC.

[1] Engenheiro sanitarista, doutor em energia e meio ambiente, Professor Adjunto da Universidade Estadual de Feira de Santana. Av Transnordestina s/n – Novo Horizonte – Feira de Santana - BA - CEP: 44036-900 - Brasil - Tel: +55 (75) 3161 8056 - Fax: +55 (75) 31618056 - e-mail: edcohim@gmail.com

Contribui para isso o fato de que, em áreas com baixa poluição atmosférica, caso da maioria das cidades e da zona rural, a água da chuva tem excelente qualidade físico-química. Gnadlinger (2007), citando estudos realizados pela Embrapa Semiárido, menciona que 55,3% das cisternas apresentaram qualidade físico-química dentro dos padrões propostos pelo Ministério da Saúde, ressalvando que esse percentual é distorcido pelo abastecimento de outras fontes como, por exemplo, carros pipa. A contaminação microbiológica na atmosfera é ainda mais rara segundo Andrade Neto (2004).

Entretanto, a qualidade da água armazenada não depende apenas da qualidade do ar atmosférico. O contato com a superfície de captação antes de entrar na cisterna é o principal fator de deterioração da qualidade microbiológica da água de chuva armazenada. Quanto a esse aspecto, é praticamente unanimidade que o desvio das primeiras águas constitui uma simples e efetiva barreira sanitária para assegurar a qualidade da água de chuva armazenada em cisternas.

Uma vez armazenada, a qualidade microbiológica da água na cisterna fica vulnerável ao manuseio inadequado, com o contato da mão e de utensílios contaminados, notadamente, aqueles utilizados para a retirada de água, como, por exemplo, baldes, latas e cordas (Andrade Neto, 2004).

Nesse sentido, a retirada da água através de tubulação com o uso de bombas constitui importante barreira sanitária, sendo recomendada por oficina realizada pela ABCMAC (Andrade Neto, 2004; Gnadlinger, 2007). Tal recomendação é sustentada, também, na quarta edição do guia para a qualidade da água potável (Guidelines for drinking-water quality) da Organização Mundial da Saúde, onde consta que, entre outras medidas para redução do risco sanitário da água de chuva, deve-se cuidar para a higiene da retirada da água da cisterna, sugerindo que isso seja feito através de bomba (WHO, 2012).

Conclui-se, pois que o uso desses equipamentos é de fundamental importância para a ampliação dos benefícios à saúde decorrentes do aproveitamento da água de chuva.

Entretanto, diversos pesquisadores têm encontrado baixos percentuais de uso das bombas manuais entregues com as cisternas, com preferência para a retirada com o uso de baldes. Luna (2011), por exemplo, no estudo já citado, detectou que apenas 18% dos moradores utilizavam a bomba manual para a retirada de água, contra 81% que o faziam com baldes. Entretanto, a quebra ou defeito da bomba foi a justificativa para apenas 46% daqueles que utilizavam o balde.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho hidráulico de uma bomba manual utilizada em sistemas de aproveitamento de água de chuva no programa P1MC.

METODOLOGIA

A bomba foi instalada em uma cisterna de 16 mil litros do modelo padrão utilizado pelo P1MC, construída no campus da Universidade Estadual de Feira de Santana, cujas dimensões são: diâmetro 3,46 m, altura total 2,40 m e altura útil: 2,00 m.

Os testes foram realizados em cinco profundidades (alturas da lâmina da água) na cisterna, conforme mostrado na Tabela 1.

Para cada altura, foram realizados dez ensaios com operadores diferentes, recrutados entre os estudantes e funcionários do curso de engenharia civil. As características dos operadores são mostradas na Tabela 2.

A cada operador era sugerido que mantivesse uma cadência de 60 batidas por minuto e um deslocamento do êmbolo de 30 cm, indicado por uma marca de tinta.

Os resultados foram comparados à especificação para bombas manuais proposto em Whitehead (2001) e adaptado para as condições avaliadas:

Tabela 1. Profundidade de água na cisterna

Profundidade da água na cisterna (m)				
P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**
0,28	0,50	0,90	1,31	1,91

Tabela 2. Características dos operadores

	Idade	Peso	Altura
Mínimo	19	52,0	1,6
Médio	28	73,0	1,7
Máximo	50	90,0	1,9

- Vazão ≥ 10,0 L/minuto a uma altura de 2,5 m
- Capacidade de retirar água com profundidade inferior a 0,30 m.

Para cada ensaio foi anotado o tempo necessário para encher um recipiente de 10,0 L, o número de batidas e a frequência cardíaca do operador antes e depois do teste, utilizando-se um frequencímetro (modelo FT2 da marca Polar) preso ao tórax com cinta elástica.

RESULTADOS

A Tabela 3, com o sumário dos resultados, traz os valores médios dos parâmetros avaliados. Observa-se nos dados mostrados que, mesmo para a menor profundidade, correspondendo ao maior desnível geométrico a vazão bombeada foi de 14,0 L/minuto, superior à meta estabelecida de 10,0 L/minuto, e a frequência cardíaca teve uma elevação máxima de 17,4%. Em todos os testes realizados, a vazão obtida ficou acima de 10,0 L/minuto, conforme pode se observar no gráfico da Figura 1.

Tabela 3. Sumário de resultados

Altura de água (m)	Vazão		Cadência		Freq. cardíaca		Potência		Energia requerida (Wh)
	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	Média (%)	Desv. Pad. (%)	Média	Desv. Pad.	
1,71	19,12	3,07	41,65	9,01	13,3	8,6	2,6	0,4	0,2
1,31	16,85	3,06	40,15	8,96	9,7	10,9	5,5	1,0	0,4
0,90	17,26	3,02	44,15	10,41	9,6	17,4	9,0	1,6	0,7
0,51	18,46	3,78	44,86	9,10	7,9	7,3	13,0	2,7	0,9
0,28	14,09	3,26	36,94	7,80	9,8	7,3	11,5	2,7	1,1

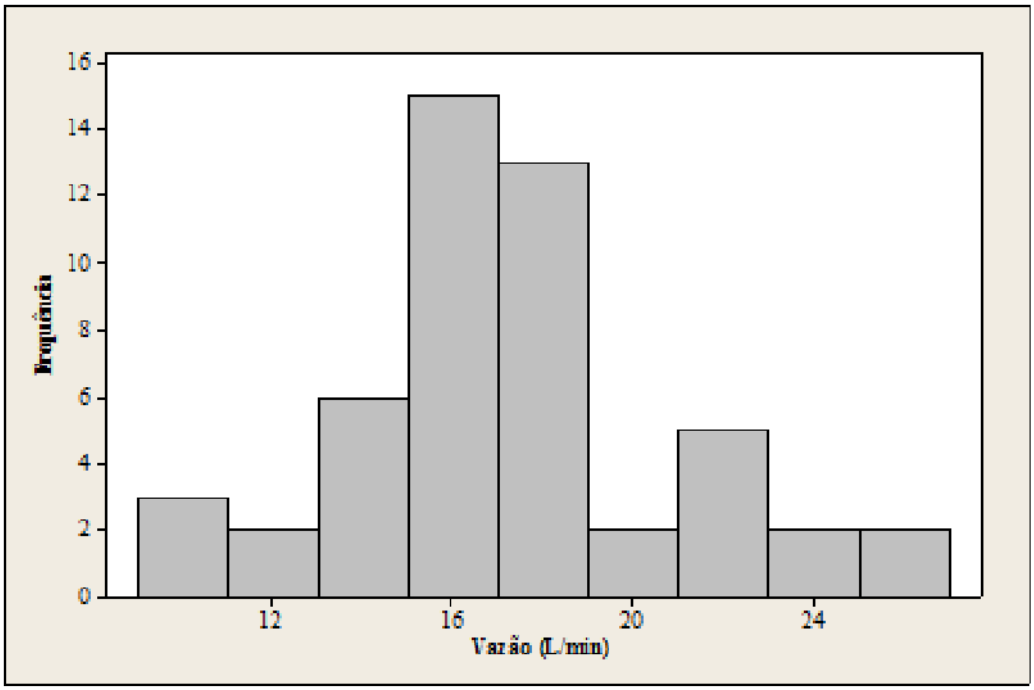


Figura 1. Histograma de vazões

O comportamento da vazão não apresentou uma correlação com a profundidade da água na cisterna. Na análise de regressão, o valor para R^2 ajustado foi de apenas 8,9%, confirmando a fraca correlação entre esses parâmetros. Entretanto, constata-se a eficácia da bomba mesmo para a menor profundidade testada (0,28m).

Quando se analisou o comportamento da vazão em função da cadência (número de ciclos) ficou evidente uma forte correlação, conforme se observa no gráfico da Figura 2. A análise de regressão mostrou um valor para R^2 ajustado igual a 71,1%.

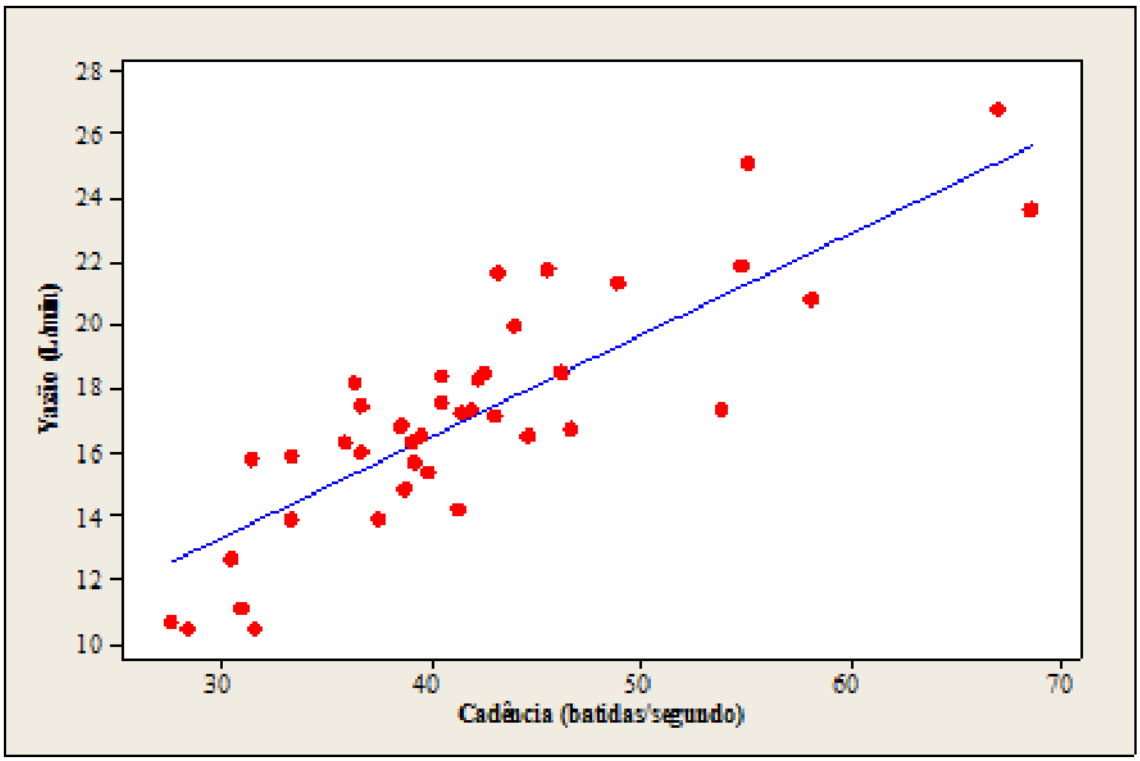


Figura 2. Vazão versus cadência

Com as vazões obtidas, o tempo máximo despendido para o bombeamento de água para atender uma quota diária para uma pessoa igual a 20 L seria inferior a dois minutos. Ainda que a tarefa de retirar a água da cisterna fosse atribuída a uma única pessoa, o atendimento às necessidades de uma família de quatro pessoas consumiria menos de 10 minutos, o que pode se considerar adequado.

A operação da bomba, aparentemente, não representou um esforço sobrenormal conforme se pode inferir a partir da análise da elevação da frequência cardíaca antes e depois do teste, cujos resultados são mostrados no gráfico da Figura 3. Ali, observa-se que a elevação da frequência cardíaca em 75% dos ensaios foi inferior a 14%.

O American College of Sports Medicine (1998) propõe a classificação para a intensidade de treinamentos físicos mostrado na Tabela 4, relacionando-a à frequência cardíaca máxima, FCmax, cuja expressão, conforme FOX III (1971), é mostrada na Equação 1.

$$FCmax = 220 - idade$$

O esforço despendido em 75% dos testes resultou em frequências cardíacas abaixo 0,54 de FCmax, o que configura um esforço muito leve ou leve e, nos 25% restantes, não ultrapassou 0,69 de FCmax, limite para a classificação como de intensidade moderada. Conclui-se, pois, que a despeito de possíveis restrições ergonômicas, o esforço para a operação da bomba é aceitável, ao menos nas faixas de idade testadas.

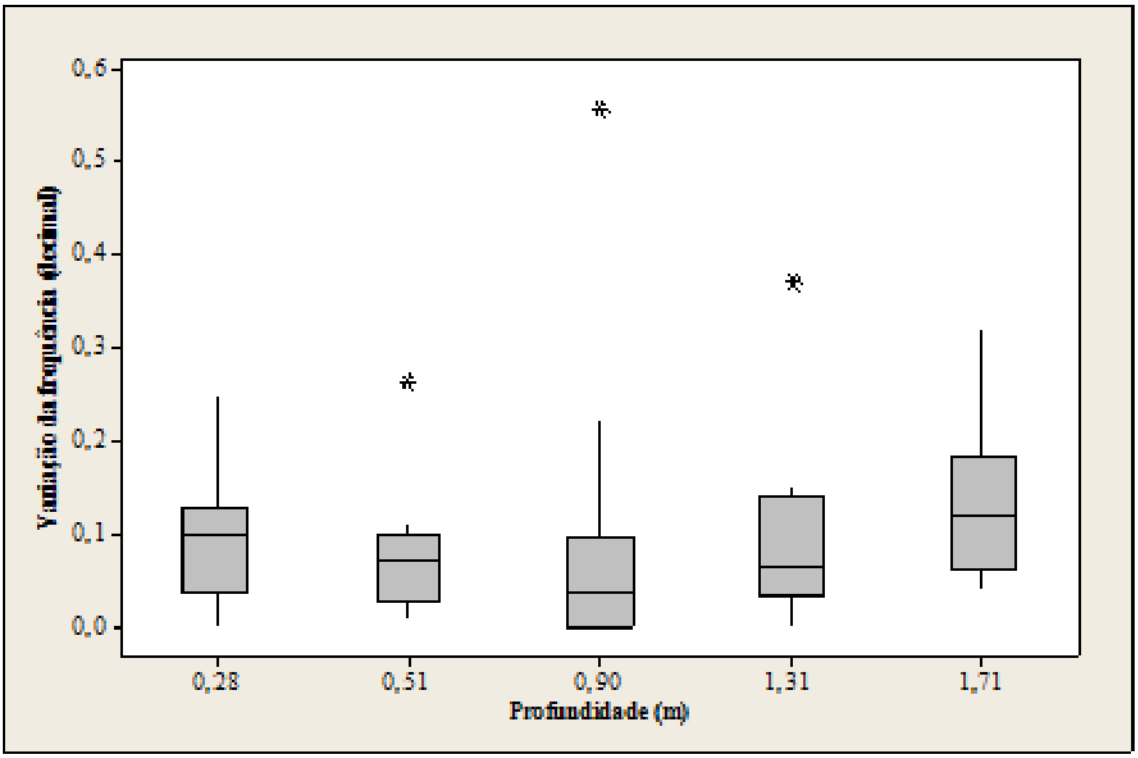


Figura 3. Aumento da frequência cardíaca para as diversas profundidades

Tabela 4. Zonas de treinamento

Intensidade	% FCmax
Muito leve	< 35%
Leve	35 - 54%
Moderado	55 - 69%
Difícil	70 - 89%
Muito difícil	≥ 90%
Máximo	100%

O gráfico da Figura 4 mostra a potência necessária para operar a bomba sob as diversas condições testadas. Para o cálculo da potência admitiu-se um rendimento do sistema igual a 35%. A expressão a seguir foi utilizada:

$$P = V \cdot \rho \cdot g \cdot H / \eta$$

onde:

V - volume de água elevado
ρ - peso específico da água
g - aceleração da gravidade
H - altura de elevação
η - rendimento da bomba.

Na condição mais desfavorável, a potência requerida foi inferior a 25 W. A Tabela 5 mostra a potência que se pode esperar de indivíduos de 20 a 60 anos por períodos de 5 minutos a 3 horas (Fraenkel, 1986). Constata-se que a potência requerida, mesmo na condição mais desfavorável, é compatível com a capacidade humana.

Conforme mostrado na Tabela 1, a energia consumida para a retirada de água da cisterna variou de 0,2 a 1,0 Wh. Considerando-se a capacidade humana de realizar trabalho em torno de 250 Wh/dia, esses valores representam de 0,08 a 0,4% da capacidade humana diária.

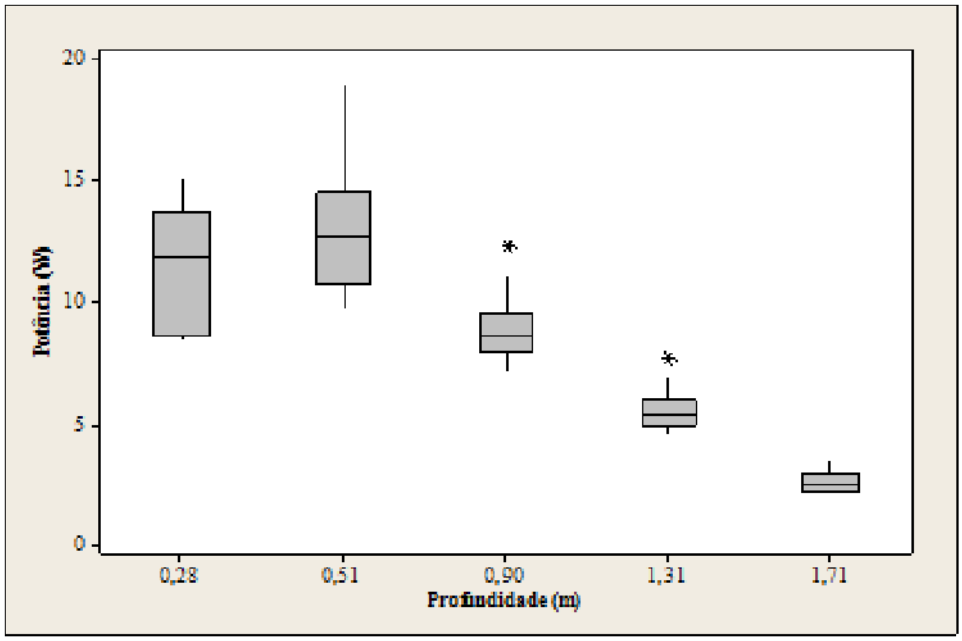


Figura 4. Potência requerida versus profundidade da água na cisterna

Tabela 5. Capacidade de potência de seres humanos

Idade (anos)	Potência por duração do esforço (min)					
	5	10	15	30	60	180
20	220	210	200	180	160	90
35	210	200	180	160	135	75
60	180	160	150	130	110	60

O custo da energia somática, ao contrário do que normalmente se pensa, não é baixo (Fraenkel, 1986). O ser humano é pouco eficiente na transformação da energia ingerida em trabalho muscular, em torno de 10%. Se considerarmos que a energia é obtida da ingestão do feijão, custando atualmente R$ 6,00 por quilo e com um teor calórico de 3500 kCal por quilo, a energia muscular sairia por R$ 14,70 por kWh, bem superior ao custo da energia elétrica, cuja tarifa para a zona rural é de R$ 0,38 por kWh.

CONCLUSÕES

A bomba manual testada atendeu, sob todas as condições de teste, a especificação de capacidade de bombeamento de 10,0 L/min, com tempo máximo necessário para o atendimento às necessidades de água de um indivíduo inferior a dois minutos.

Observou-se forte correlação entre a vazão e a cadência, não se verificando o mesmo em relação à profundidade da água na cisterna.

A operação da bomba mostrou-se adequada à capacidade humana em termos de capacidade de potência e o esforço despendido, avaliado pela frequência cardíaca, foi de leve a moderado. Entretanto, o custo energético para operação da bomba manual é maior que o de energia elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American College of Sports Medicine: **American College of Sports Medicine Position Stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults.** Med Sci Sports Exerc 30:975–991, 1998.

Andrade Neto, C. O. **Proteção sanitária das cisternas rurais.** XI Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES. Natal. 2004

ASA Programa 1 milhão de cisternas: Resultados.
http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=1558&WORDKEY=Resultados. Acesso em 06/06/2012.

Fox III, S.M.; Naughton, J.P.; Haskell, W.L. **Physical activity and the prevention of coronary heart disease.** Ann Clin Res 1971;3:404-432.

Fraenkel, P. L. **Water lifting devices**. FAO Irrigation and Drainage paper 43. Roma, 1986. 318 p.

Gnadlinger**,** J. **Rumo a um padrão elevado de qualidade de água de chuva coletada em cisternas no semi-árido brasileiro.** 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. ABCMAC. Belo Horizonte. 2007

Heyworth, J. S. et al (2006) **Consumption of untreated tank rainwater and gastroenteritis among young children in South Australia.** International Journal of Epidemiology. Vol 35 pp 1052-1058.

Luna, Carlos Feitosa. **Avaliação do impacto do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) na saúde: ocorrência de diarréia no Agreste Central de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Saúde Pública): Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, 207 f. 2011.

Neves, R. S.; Medeiros, J. C. de A.; Silveira, S. M. B. e Morais, C. M. M. **Programa Um Milhão de Cisternas: guardando água para semear vida e colher cidadania.** Agriculturas • v. 7 - n. 3. 2010

Whitehead, V. **Development and selection of low cost handpumps for domestic rainwater water tanks in E. Africa**. University of Warwick. 2001. 63 p.

WHO. **Guidelines for drinking-water quality. Fourth Edition**. Genebra, Suiça. 2012. 541 p.

World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 3: **Water in a Changing World**. Paris: UNESCO, and London: Earthscan. 2009.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

AVALIAÇÃO DE TÉCNICA DE CONTROLE NA FONTE APLICADA NO NÍVEL DE LOTE PARA REDUÇÃO DOS PICOS DE CHEIA[1]

José Luís de Oliveira Neto[2], Raniere Rodrigues Melo[3], Júnia Kizzy Azevedo de Medeiros[4], Pedro Felipe Vicente Xavier[5] & Levi Bernardo Ribeiro Neres[6]

Resumo: O objetivo do trabalho é a avaliação de uma técnica de controle na fonte usada em um lote característico de área urbana. A área estudada apresenta uma ocupação densa, onde residenciais do tipo unifamiliar são predominantes de acordo com as imagens de satélite. Apesar do modelo ainda está em estágio de desenvolvimento podemos dizer que, o mesmo gera análises do comportamento quantitativo do escoamento superficial da água. A utilização de dados georreferenciados e a técnica de controle na fonte pode gerar diagnósticos sobre o uso mais adequado da área do lote. Futuramente o modelo em estudo possibilitará a realização de simulações que atendem todo o contexto de uma bacia urbana.

Palavras-chave: modelo chuva-vazão, drenagem urbana, manejo de águas pluviais.

INTRODUÇÃO

Segundo Genz e Tucci (1995), os principais impactos que decorrem do desenvolvimento de uma área urbana sobre os processos hidrológicos estão ligados à forma de ocupação da terra, e também ao aumento das superfícies impermeáveis em grande parte das bacias que se localizam próximas as zonas de expansão urbana ou inseridas no perímetro urbano. De acordo com os mesmo autores, o desenvolvimento urbano brasileiro vem ocorrendo sem que exista a atenção voltada para a ampliação do volume de escoamento superficial, gerado em função da ocupação e uso do solo. A resposta para essa condição é sentida pelos frequentes problemas de enchentes na maioria das cidades.

Tucci (2002), afirma que o controle do impacto da urbanização pode ser conseguido através da adoção de um conjunto de ações ordenadas a fim de buscar o equilíbrio entre o desenvolvimento e as condições ambientais das cidades.

Diversos estudos reconhecem que as águas pluviais urbanas podem ser consideradas como recursos hídricos potenciais e também como problemas para o bom funcionamento das múltiplas atividades da cidade, decorrentes do uso e ocupação inadequados do solo, em geral, devido ao planejamento insatisfatório do desenvolvimento da ocupação das áreas, com poucos cuidados com relação aos aspectos ambientais da drenagem dos deflúvios superficiais.

O objetivo do presente trabalho é avaliar a utilização de uma técnica de controle na fonte quando aplicada em um lote característico de uma área urbana. Nesse contexto, o lote é tomado como representativo de uma residência com padrão unifamiliar, onde os espaços disponíveis nesse lote são empregados, por exemplo, na adoção de áreas exclusivas para infiltração ou mesmo retenção dos deflúvios superficiais. Busca-se estudar a diminuição dos impactos gerados pela implementação de tais áreas, valendo-se da redução dos volumes escoados a partir do lote como condição influente nas vazões de cheia, utilizando, para tanto, um modelo computacional elaborado em linguagem JAVA que permite a adoção da referida técnica na simulação de cenários com distintos padrões de ocupação da área em questionamento.

[1] Projeto Financiado pelo CNPq
[2] Graduando em Eng. Civil/UFRN, e-mail: jlon86@hotmail.com
[3] Mestre em Eng. Sanitária/ UFRN
[4] Graduanda em Ecologia/UFRN
[5] Graduando em Eng. Civil/UFRN
[6] Graduando em Ecologia/UFRN

METODOLOGIA

A base do processo metodológico é constituída pela definição das características de uma unidade de lote no qual se representa uma residência com padrão unifamiliar de ocupação. Dentro desse âmbito, a extração de tais propriedades é referenciada pelos levantamentos associados à utilização de imagem de satélite, em alta resolução, para uma bacia inserida dentro de uma área tipicamente urbana. Objetivando otimizar e sistematizar a metodologia, recorreu-se ao estabelecimento dos critérios consolidados em sequência:

1. Aquisição da imagem de satélite com resolução espacial mínima de 20 (vinte) centímetros cobrindo integralmente uma área na qual predomina a ocupação por lotes residenciais do tipo unifamiliar;
2. Aquisição de dados de monitoramento pluviométrico com resolução temporal mínima de 5 (cinco) minutos;
3. Levantamento e avaliação dos padrões de dimensão e ocupação da área dos lotes para o local em estudo;
4. Seleção de um lote modelo a partir dos levantamentos dos padrões dimensionais e ocupacionais;
5. Elaboração e aplicação de um modelo computacional considerando o processo de conversão chuva-vazão no interior do lote em função de distintas condições de ocupação de sua área e características das superfícies de cobertura;
6. Avaliação da redução das vazões de pico bem como dos volumes escoados atribuindo-se:

- Incidência de uma precipitação com intensidade variável ao longo do tempo sobre a área do lote;
- Representação de áreas permeáveis e impermeáveis no interior do lote;
- Adoção de parcelas exclusivas para a infiltração no interior do lote;
- Variação da dimensão das áreas de infiltração;

RESULTADOS OBTIDOS E ESPERADOS

Com base nos dados obtidos a partir das imagens de satélite, pode-se diagnosticar que a área alvo do estudo apresenta uma grande densidade de ocupação, onde predomina a existência de lotes do tipo residencial unifamiliar com dimensões médias de 12m x 20m (240m²). Também foi possível realizar uma caracterização do lote a ser trabalhado de modo a tomar, inicialmente, um modelo padrão de ocupação dentro de sua área. A Figura 1 propicia a visualização do limite bem como de algumas das características do local de estudo.

Figura 1. Limite da área do estudo

As primeiras avaliações referentes ao estudo teórico do caso em análise prometem que o modelo, mesmo em estágio de desenvolvimento, permite gerar análises do comportamento quantitativo dos deflúvios originados a partir do lote. Nesse contexto, os efeitos de comparação entre alternativas que empregam ou não a técnica de controle na fonte podem ser simulados considerando:

7. Alternativa sem controle: nesse caso o lote modelo, selecionado em função dos levantamentos das atividades de geoprocessamento, é utilizado na contabilização dos deflúvios efluentes;

8. Alternativa com controle: para essa condição, as dimensões das áreas de infiltração são modificadas e a possibilidade de adoção de um micro reservatório no interior do lote é adotada;

A Figura 2 apresenta o resultado esperado estabelecido em função da comparação entre as alternativas com controle e sem controle através das simulações feitas com o modelo.

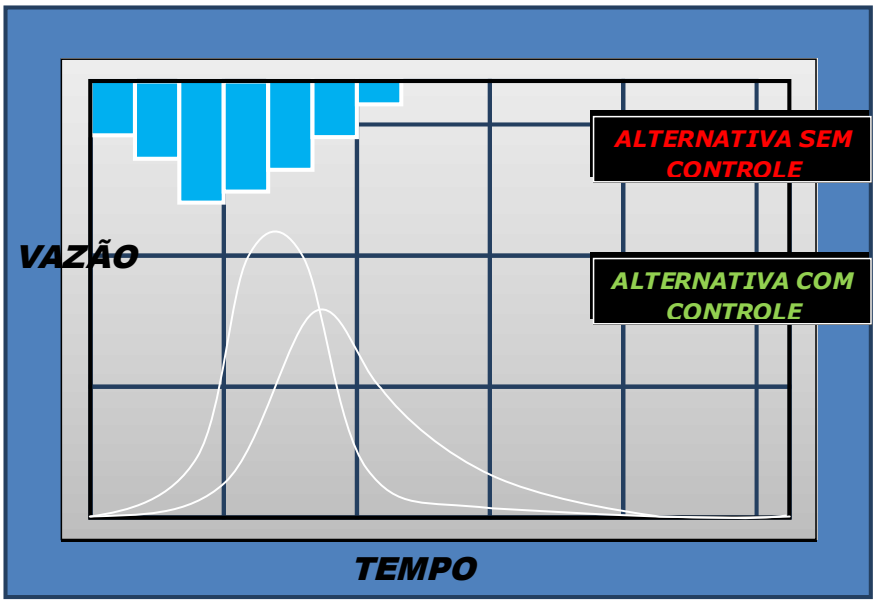


Figura 2. Redução dos picos de cheia (alternativa com controle x alternativa sem controle)

Espera-se que os resultados permitam avaliar os benefícios bem como a redução dos impactos gerados pelo uso da técnica de controle na fonte no que diz respeito, por exemplo, à minimização dos picos de enchente. Um aspecto positivo a ressaltar é que a união entre as avaliações obtidas pelas atividades de geoprocessamento e da técnica de controle na fonte permite, tendenciosamente, pronunciar certos diagnósticos sobre uma utilização mais racional da área do lote. Com isso espera-se chegar a um consenso da melhor forma de uso e ocupação de um lote, onde seja possível aperfeiçoar ao máximo a capacidade de retenção de escoamentos, seja por infiltração ou por armazenamento em micro reservatórios.

CONCLUSÕES

Em face dos resultados esperados, pode-se prever inúmeras vantagens do uso de uma técnica de controle na fonte. Com o uso racional do espaço físico do lote teremos como diminuir os escoamentos pluviais, que em grande volume podem causar enchentes, supondo ainda uma melhora na qualidade da água que chega ao exutório da bacia devido ao menor carreamento, através da água de drenagem, de parte dos poluentes que estão presentes nas superfícies.

Outra observação importante é quanto ao fato da possibilidade de que com a utilização de uma técnica de controle na fonte, no caso o micro reservatório, teremos um potencial ecológico muito grande devido ao armazenamento das águas pluviais, viabilizando o seu reuso para diversos fins.

Por fim, o trabalho em questionamento contempla também a possibilidade do modelo computacional desenvolvido tornar-se, futuramente, uma ferramenta capaz de realizar simulações considerando todo o âmbito de uma bacia urbana. Dessa forma espera-se obter uma boa base metodológica para que se justifique ainda mais o uso de técnicas de controle na fonte em bacias urbanas aliadas a uma boa política de uso e ocupação de solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Genz, F. Tucci, C. E. M., (1995). **Infiltração em Superfícies Urbanas**. Revista Brasileira de Engenharia. Caderno de Recursos Hídricos / ABRH, v. 13, nº 1, p. 105 – 124.

Tucci, C. E. M., (2002). **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos / ABRH, v. 7, n. 1, p.5-27, Porto Alegre/RS.

ESTUDO ECONÔMICO DA ÁGUA DE CHUVA EM UM PRÉDIO INDUSTRIAL

Gilmar da Silva[1] & José Euclides Stipp Paterniani[2]

Resumo: Hoje é de vital importância se criar alternativas que levem ao racionamento ou economia de água potável, e uma dessas medidas é fazer uso da água de chuva disponível na natureza. Para tanto, foi necessário avaliar mediante estudo de caso a possibilidade da economia de água, aproveitando-se da água de chuva de maneira econômica num complexo industrial. O complexo industrial escolhido foi a Fábrica de mancais de deslizamento Grafimec, localizada no município de Araras/SP. Foi realizado um estudo econômico da Fábrica Grafimec para verificar o que um sistema de aproveitamento de água de chuva pode representar em termos de ganhos econômicos, sociais e ambientais para às futuras gerações. A utilização da cisterna no estudo de caso proporcionou uma economia significativa de água da rede pública, ou seja, água essa que sairia dos nossos rios para atividades que não haveria necessidade, tais como: descarga de vasos sanitários, lavagens de piso, irrigação de jardins e plantas, dentre outras.

Palavras chave: água de chuva, economia de água, consumo de água.

INTRODUÇÃO

É sabido que a água é fundamental para a saúde e constitui um dos modos mais eficazes de melhorar a saúde e o bem estar da população.

Todavia o aumento gradativo da população urbana faz com que esse bem precioso venha se tornar escasso num futuro não muito distante.

Como alternativa e forma de suprir essa dificuldade, uma maneira inteligente é incentivar práticas ou instituir programas que levem ao aproveitamento de água de chuva de modo que seja integrado ao abastecimento de água potável. Para isso acontecer faz-se necessário respeitar as características mínimas exigidas sobre a questão da qualidade dessa água de chuva, tornando assim uma medida eficiente em termos de conservação e economia de água.

Apesar de ser um tema relativamente antigo a água de chuva faz parte atualmente da gestão urbana dos recursos hídricos de vários países da Europa, Ásia, Oceania e da América que utilizam água de chuva em residências, indústrias, comércios e irrigação de culturas agrícolas.

Diferentemente desses países o aproveitamento de água de chuva no Brasil não é uma prática muito difundida, havendo a necessidade de maiores investimentos em pesquisas no âmbito técnico e acadêmico.

Diante de tal fato, os objetivos do presente trabalho são:

- Avaliar a economia na conta de água da rede pública ao utilizar-se da água de chuva proveniente da cisterna;
- Estimar a economia de água potável utilizando-se da água de chuva.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Área experimental localizada no município de Araras/SP: A área experimental destinada à realização do projeto de pesquisa pertence à fábrica Grafimec, localizada no município de Araras/SP que possui clima Cwa,

[1] Doutor em Engenharia Civil na Área de Saneamento e Ambiente pela FEC-UNICAMP e Professor Pesquisador da Universidade Nove de Julho – UNINOVE/SP. Tel.: (11)4508-5769. E-mail: gilmar@uninove.br
[2] Professor Pesquisador Dr. Livre Docente da FEAGRI-UNICAMP. E-mail: pater@feagri.unicamp.br

mesotérmico, verões quentes e úmidos e invernos secos. Totaliza 3.976.27 m² de construção, e as seguintes coordenadas geodésicas: latitude 22º22'26,4"S, longitude 47º24'07,0"W.

Tendo sua instalação em 1996 no município de Araras/SP, a fábrica atua como uma fundição de metais não ferrosos. A Grafimec desenvolveu-se como fabricante e fornecedor de uma ampla gama de mancais de deslizamento, com lubrificação convencional ou sólida, fornecendo produtos para as mais conhecidas empresas alemãs, tanto na área automobilística quanto para os fabricantes de máquinas e equipamentos.

Preocupada com as questões ambientais e com a escassez de água nos próximos anos toda a fábrica foi projetada visando o racionamento da água, mediante a reserva e o aproveitamento da água de chuva.

A Figura 1 apresenta a foto aérea da fábrica Grafimec Indústria e Comércio Ltda. na sua totalidade, caracterizando a edificação onde foi realizado o estudo econômico.

Figura 1. Fábrica Grafimec Indústria e Comércio Ltda, localizada no município de Araras/SP

Cisterna: A cisterna da Fábrica Grafimec localiza-se na parte externa da fábrica e fica enterrada sobre o solo conforme ilustra a Figura 2. Ela tem a função de reter e armazenar a água de chuva para posterior aproveitamento pela Fábrica no âmbito ecológico e ambiental.

O material de que é constituída a cisterna é o concreto, tem capacidade para armazenar um total de 90.000 litros de água proveniente da chuva. Mediante a utilização de uma moto bomba a água de chuva será bombeada utilizando a água armazenada na cisterna que será enviada para os vasos sanitários, bem como todos os jardins e o campo de futebol conforme a necessidade da empresa.

Figura 2. Cisterna da Fábrica Grafimec

Existe um reservatório separado, ou seja, esse reservatório se destina apenas ao armazenamento de água de chuva, onde o outro reservatório armazena água proveniente da rede pública, evitando assim que em períodos de esvaziamento da cisterna a Fábrica não fique sem água para tais necessidades.

Telhado: Todo telhado da fábrica foi projetado de modo que o aproveitamento da água de chuva tenha a máxima captação, ou seja, uma pequena precipitação no decorrer da noite propiciará o escoamento para a cisterna.

O material de que é constituído o telhado é o alumínio, que dificulta a veiculação de pássaros e animais durante o dia, principalmente no verão momento em que a temperatura do telhado se eleva com facilidade.

A área de captação e aproveitamento de água de chuva do telhado é de 400 m², onde o mesmo não apresenta sistema de descarte das primeiras chuvas, devendo toda água que por ele cair, passar pelas calhas e seguir direto para cisterna.

Métodos

Parâmetros Quantitativos da Fábrica juntamente com a Escola Estadual: Para os aspectos quantitativos da água de chuva foi realizado um estudo econômico que levou em consideração à média histórica do município de Araras compreendendo a média histórica de 10 anos, a área de captação da empresa, custo da construção da cisterna, custo da manutenção do sistema.

Juntamente com esses fatores descritos anteriormente analisou-se o consumo de água da rede pública, bem como o consumo da cisterna, chegando-se ao total do consumo da empresa.

A metodologia foi empregada segundo BRUGNARO (1985), que consistiu na confecção de planilhas de Excel adaptando os valores dos parâmetros, tais como, área de captação, calhas, cisternas, preço da água da rede pública e demandas dos usuários.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Reportando-se ao estudo econômico para a Fábrica de Araras foram utilizadas as médias históricas de precipitação e dias de chuva nos últimos dez anos da cidade de Araras. Essas médias, bem como os dias com chuva nos últimos dez anos, período que compreendeu de 1996 até 2005.

Trabalhando com uma média histórica nos últimos dez anos se permite uma maior confiabilidade e acurácia do projeto.

Para a realização do estudo de viabilidade econômica foram considerados os fatores conforme apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Água de chuva – dados básicos para simulação dos valores

Fatores	Unidade	Valores / Taxas
Área de Coleta	m²	400
Capacidade da Cisterna	m³	90
Eficiência de Captação	%	80
Custo de Construção	R$	39.550
Manutenção	% a.a	1
Custo de Operação	R$/ano	130
Taxa de Desconto	% a.a	6
Horizonte do Projeto	anos	30

Analisando-se a Tabela 1 cabe salientar que os fatores "área de coleta", "capacidade da cisterna", "eficiência de captação" e "horizonte do projeto" são valores fixos e que não podem ser alterados uma vez que se referem aos dados de construção do empreendimento. Já os outros fatores permitem uma simulação ou atribuição de novos valores.

Para a realização do estudo financeiro do projeto houve a necessidade de saber os valores cobrados pela água da rede pública. Esses valores foram levantados junto ao SAEMA que é uma entidade autárquica municipal de Araras, e aparecem na Tabela 2.

Tabela 2. Tarifas SAEMA (Categoria: Industrial), 16/12/2005

Até (m³)	R$/m³
0 - 18	37,00
18,1 - 30	7,31
30,1 - 50	8,01
50,1 - 75	10,06
75,1 - 100	10,96
100,1 - 500	11,81
Acima de 500	12,06

Durante o período de 2005, foi levantado o consumo mês a mês de água da cisterna, bem como, o consumo de água da rede pública (SAEMA), obtendo-se o consumo total da empresa.

A Tabela 3 apresenta os valores de consumo em m³, tanto para cisterna quanto para rede pública.

Tabela 3. Uso mensal em m³ para Fábrica Grafimec de Araras/SP

Mês	Cisterna	SAEMA	Total
Janeiro	6,0	41,0	47,0
Fevereiro	6,0	79,0	85,0
Março	6,0	100,0	106,0
Abril	28,0	38,0	66,0
Maio	28,0	42,0	70,0
Junho	28,0	76,0	104,0
Julho	28,0	81,0	109,0
Agosto	28,0	49,0	77,0
Setembro	28,0	50,0	78,0
Outubro	28,0	80,0	108,0
Novembro	6,0	66,0	72,0
Dezembro	6,0	34,0	40,0

Baseado nas informações de média histórica do município de Araras, juntamente com a captação potencial é possível calcular o custo total utilizando água de chuva e o custo total sem água de chuva, ou seja, com cisterna e sem cisterna.

A Tabela 4 apresenta os resultados fixos para a empresa de Araras, levando-se em conta que esse estudo apresenta uma maior confiabilidade por trabalhar com uma média histórica de 10 anos.

A partir da Tabela 4, conclui-se que a empresa ao utilizar à água da cisterna obteve um custo anual de R$4.918,00, quando comparado ao momento em que não se fez uso dessa água da cisterna, ou seja, usou somente água da rede pública, apresentou um gasto anual de R$7.238,00.

Fica evidente que isso representou para os cofres da empresa uma economia anual representativa de R$2.320,00 ao utilizar a água da chuva para finalidade da empresa.

Cabe ressaltar que essa economia em dinheiro, talvez seja o que o empresariado quer, mas não é a economia de maior representatividade para a sociedade.

Hoje a maior economia é a que priorize o racionamento de água, caso contrário às futuras gerações sofrerá com a sua falta.

Quando não se utilizou água da cisterna, houve um consumo anual pela empresa de 962m³, dados esses que se traduzem em 962.000 litros de água da rede pública (SAEMA) ao ano.

Utilizando-se a água de chuva proveniente da cisterna a empresa consumiu 736m³, dados que representam 736.000 litros de água consumida da cisterna.

Tabela 4. Médias históricas dez anos (jan/1996 a dez/2005), balanço de águas e tarifas para fábrica Grafimec de Araras/SP

Mês	Precipitação mm	Captação potencial m³	Água rede pública			
			Sem cisterna		Com cisterna	
			m³	R$	m³	R$
Jan	275,7	88,2	47,0	260,89	41,0	212,83
Fev	204,9	65,6	85,0	646,02	79,0	580,26
Mar	127,2	40,7	106,0	881,28	100,0	810,42
Abr	39,5	12,6	66,0	445,88	38,0	188,80
Mai	75,4	24,1	70,0	486,12	42,0	220,84
Jun	41,9	13,4	104,0	857,66	76,0	547,38
Jul	18,6	5,9	109,0	916,71	81,0	602,18
Ago	30,1	9,6	77,0	558,34	49,0	276,91
Set	64,9	20,8	78,0	569,30	50,0	284,92
Out	87,7	28,1	108,0	904,90	80,0	591,22
Nov	152,1	48,7	72,0	506,24	66,0	445,88
Dez	216,4	69,2	40,0	204,82	34,0	156,76
Geral	1.334,3		962,0	7.238,16	736,0	4.918,40

Se fosse calculada a média de consumo, teríamos um consumo de água mensal de 80,2m³ ou 80.200 litros de água que poderiam deixar de ser retirados dos nossos rios mensalmente, ou quase 1 milhão de litros de água ao ano (962m³).

No que tange esse aspecto com a utilização da cisterna ficou claro pela Tabela 4 uma economia significativa de 226m³ anuais, ou seja, foram economizados 226.000 litros de água da rede pública anual, valores esses que se fossem efetuados a média podem ser traduzidos como uma economia de 19m³ ao mês ou 19.000 litros de água da rede pública que sairiam dos nossos rios mensalmente para atividades que não haveria necessidade, tais como: descarga de vaso sanitário, lavagens de piso, irrigação de jardins, dentre outras.

CONCLUSÕES

Por meio do estudo econômico visando o aproveitamento de água de chuva de chuva, o presente trabalho permite concluir que:

- O aproveitamento da água de chuva proporcionou para a Fábrica Grafimec de Araras/SP, uma economia na conta de água ao utilizar água armazenada proveniente da sua cisterna;
- A utilização da cisterna proporcionou uma economia significativa de água da rede pública, ou seja, água essa que sairia dos nossos rios para atividades que não haveria necessidade, tais como: descarga de vasos sanitários, lavagens de piso, irrigação de jardins e plantas, dentre outras;
- Práticas de educação ambiental no sentido de preservação dos recursos hídricos adotada pela Fábrica Grafimec, devem ser seguidas como exemplo por outros complexos industriais e educacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUGNARO, C. et al. **Introdução à análise econômica.** 2.ed.Instituto do Açúcar e do Álcool. Piracicaba-SP, 1985. 62p.

SILVA, G. da. **Aproveitamento de água de chuva em um prédio industrial e numa escola pública – estudo de caso.** Campinas, SP: [s.n], 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Área de Concentração: Saneamento e Ambiente.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental. **Balanço hídrico mensal.** Disponível em: <http://www.cca.ufscar.br> Acesso em: 01 ago. 2005.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

AVALIAÇÃO SOCIAL DO PROGRAMA CISTERNAS DO ASSENTAMENTO TIRACANGA NO MUNICIPIO CANINDÉ - CE

Raimundo Jackson Nogueira da Silva[1], Juliette Macena de Sousa[2], Cleiviane Marques Vasconcelos[3], Jardenia Mayara da Silva Nogueira[4] & José Lucas Duarte Queiroz[5]

Resumo: A escassez de água no semiárido brasileiro tem sido durante anos um dos graves problemas para a região, isso se deve não pelo fenômeno natural, mas, pela falta de politica pública voltada para a captação e armazenamento de água. Essa falta de politica pública tem afetado diretamente a agricultura familiar, principalmente a mulher e a juventude, que tem fortalecido o êxodo rural durante as últimas décadas. O programa cisternas, articulado pela sociedade civil, com o apoio do governo federal a partir do ano de 2003, vem implantar no campo uma nova alternativa de convivência com o semiárido. O presente trabalho visa avaliar os impactos sociais causados pelo programa no assentamento Tiracanga no município de Canindé, estado do Ceará. Foi realizado aplicação de 20 questionários objetivos, além de reuniões para validação dos dados obtidos. Conclui-se que os impactos causados pelo programa são positivos desde a participação da mulher e da juventude, bem como a melhoria da saúde dos beneficiários, e que as famílias mudaram de vida, acreditando assim que o programa deva continuar para atender as demais famílias no semiárido brasileiro.

Palavras-Chaves: Cisternas, Captação, Armazenamento, Semiárido, Social

INTRODUÇÃO

O assentamento Tiracanga foi criado no ano de 1897 pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, onde na qual residem 54 famílias, o mesmo se encontra inserido no município de Canindé pertencente a macro-região Sertões de Canindé (Boa Viagem, Madalena, Itatira, Paramoti, Caridade, e Canindé), está a 120 km da Capital cearense (Fortaleza), Segundo o IBGE, possui uma população de 78.878 habitantes, onde na qual 39,91% reside na zona rural e 60,09% reside na zona urbana, se tornando um município, possui uma área de 3.205,4 km², sendo assim o maior município da macro-região, conforme a lei 7.829/89 que define os critérios fundamentais para está inserido na região do semiárido, estabelece que o mesmo se encontra inserida na região semiárida.

O semi-árido é a área de maior abrangência territorial entre os espaços naturais que conformam a Região Nordeste do Brasil. Do ponto de vista físico-climático, o semiárido se caracteriza por médias térmicas elevadas (acima de 26ºC) e duas estações bem distintas: uma seca, na qual chove muito pouco, e uma úmida, quando ocorrem precipitações irregulares que vão de um mínimo de 300 mm a um máximo de 800 mm (Alva & Farias, 2008).

Com deficiência do recurso hídrico o semiárido brasileiro necessita de técnicas de armazenamento de água para que a população sertaneja suporte a sua falta nos meses mais secos do ano. Mesmo assim, o período chuvoso desta região permite a utilização de diferentes alternativas tecnológicas desenvolvidas e/ou adaptadas às condições do semiárido brasileiro, entre as quais as cisternas rurais, uma das principais formas de abastecimento da população, por meio da captação e armazenamento da água de chuva.

O principal problema da região Nordeste não é a seca e sim a falta de projetos e politicas sociais que visem à convivência com o semiárido, a seca é o fenômeno natural, não se pode ir contra os fenômenos naturais, mas, se pode construir politicas que visem à convivência com esses problemas.

[1] Especializando em Desenvolvimento Sustentável do Semiárido e Educação do Campo, UFC, Ass. Téc. de ATER ONG CACTUS. Fone: (88) 9913-7471. E-mail: raimundojackson@hotmail.com
[2] Tecnóloga em Irrigação e Drenagem, IFCE – Campus Iguatu
[3] Tecnóloga em Artes Cênicas, IFCE – Campus Fortaleza
[4] Graduanda em Tecnologia de Alimentos – FATEC – Sertão Central
[5] Graduando em Ciências Contábeis – UVA – Unidade Descentralizada de Canindé

A cisterna é uma tecnologia popular para a captação de água da chuva e representa uma importante solução para o acesso a recursos hídricos pela população rural do semiárido brasileiro (ALVA & FARIAS, 2008). Conforme Silva e Santos (2009) a utilização da água capitada da chuva acontece em vários países de diversos continentes e em muitos deles são oferecidos benefícios para a construção de sistemas para captação e armazenamento da água da chuva como nos Estados Unidos, Alemanha e Japão.

Iniciado em julho de 2003, o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-Árido: um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) vem desencadeando um movimento de articulação e de convivência sustentável com o ecossistema do Semi-Árido, através do fortalecimento da sociedade civil, da mobilização, envolvimento e capacitação das famílias, com uma proposta de educação processual. O objetivo do P1MC é beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas em toda região semiárida, com água potável para beber e cozinha, através de construções cisternas de placas com capacidade de armazenamento de água de 16.000 m³ em localidades rurais do semiárido.

O assentamento Tiracanga foi contemplado pelo programa cisternas por meio de aplicação de crédito instalação pelo INCRA – Ceará, no ano de 2003, sendo beneficiadas todas as famílias cadastradas na relação de beneficiário da reforma agrária.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram aplicados 20 questionários em dezembro de 2011 às famílias residentes no assentamento Tiracanga no município de Canindé, com perguntas objetivas, no intuito de identificar os impactos sociais causados pelo programa cisternas, sendo estes em relação à saúde, participação da mulher, inclusão da família, desenvolvimento sustentável, valorização do recurso hídrico, bem como as mudanças ocasionadas desde o processo de implantação no assentamento. Em seguida foi realizada uma reunião com todas as famílias, como forma de validar as informações obtidas, além de aprimorar os resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil básico dos entrevistados são 60% mulheres e 40%homens, 50% se consideram negros, 30% pardos e 20% brancos, em relação a idade, 45% tem entre 15 a 20 anos, 33% possui de 41 a 60 anos, 11% possui mais de 60 anos, assim como também 11% se encontram entre 21 a 40 anos. É importantedestacar a participação da juventude no processo de avaliação, haja visto que o assentamento tem buscado meios de inserções das famílias no processo organizacional do assentamento, e que a juventude tem um forte participação, que vem sendo incentivado por meio do processo cultural, pelo programa Arte e Cultura na reforma agrária, pelo INCRA – Superintendência Regional do Ceará.

No que se refere a importância de benfeitorias como telefone, posto de saúde, escola, e recursos hídrico como açude, cacimbão, cisternas, 60% das famílias afirmam que o armazenamento de água é mais importante que qualquer outra benfeitoria, os outros 40% afirmam que a infraestrutura de saúde como posto de saúde, unidade de atendimento são mais importantes.

Em relação ao programa cisternas, 80% consideram o programa muito importante e 20% importante. Essa importância dada ao programa está relacionada às condições de higiene da água, proximidade do recurso hídrico, participação / inclusão da mulher para acesso água potável, acessibilidade ao recurso hídrico que antes pertencia aos fazendeiros “dono da água”.

Sobre a escassez de água existente no local, antes e depois da implantação do programa cisternas, 90% afirmam que não há mais escassez de água, visto que todos os moradores possuem sua própria cisterna, e que em períodos de estiagem as mesmas conseguem suprir a necessidade hídrica das famílias. 100% dos beneficiários do programa afirmam que preferem a cisterna a qualquer outro tipo de reservatório de água, e esse mesmo grupo acredita que o programa valoriza a família com água de qualidade perto de casa.

As famílias acreditam que a qualidade de vida melhorou 100% identificam que essa melhoria ocorreu no quesito de saúde, haja vista que a boa qualidade da água reduziu as doenças transmitidas pelas águas captadas em açudes ou outros tipos de armazenamento.

Os beneficiários do programa acreditam que a água é um bem natural essencial para a vida dos seres vivos no planeta terra, 100% das famílias afirmam que a água captada nas cisternas é muito bem aproveitada, e que o programa cisternas dever continuar existindo como forma de politica pública, garantindo às pessoas acesso a água potável, bem como o racionamento e uso correto deste bem.

CONCLUSÕES

Com base nos objetivos proposto no trabalho, conclui-se que o impacto social causado pelo programa cisternas é positivo, e isto pode ser identificado em vários quesitos, desde a importância da qualidade da água, reconhecimento na melhoria da qualidade de vida, classificação sobre a importância dada ao programa e aos recursos hídricos, melhoria na saúde com a diminuição de doenças, bem como a participação da juventude e da mulher como um dos fatores de inclusão social para a verdadeira agricultura familiar dentro da reforma agrária por meio da captação e armazenamento de água.

REFERÊNCIASBIBLIOGRÁFICAS

Articulação do Semiárido / Asa. **Programa de Formação e Mobilização Social Um Milhão de Cisternas Rurais: Resultados.**<http://www.asabrasil.org.br.> acessado em janeiro / 2012.

Demo, P. **Pobreza política, a pobreza mais intensa da pobreza brasileira**. 1.ed. Campinas, Sp, armazém do ipê autores associados, 2006. 133p.

Duque, G. **Conviver com a seca – Contribuições da articulação do semiárido (ASA), Apropriação e Reapropriação da natureza.** Revista Desenvolvimento E Meio Ambiente, n. 17, p. 133-140, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / **IBGE. CENSOS DEMOGRÁFICOS**.<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm> Acessado em fevereiro / 2012.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

ÁGUA DA CHUVA PARA CONSUMO HUMANO: MELHORIAS E DESAFIOS

Gilberto Ferreira da Silva Neto[1] & Maura Maria Pezzato[2]

Resumo: Ao longo dos anos o semiárido brasileiro vem convivendo com dificuldades no âmbito social, econômico e ambiental, entretanto, algumas mudanças começam a surgir com o aproveitamento do potencial que existe nessa região e que antes era pouco aproveitado, como é o caso da construção de cisternas que captam água de chuva. Assim, este trabalho justifica-se pela visibilidade e relevância das cisternas na vida das famílias, avaliando de forma crítica o processo de educação realizado durante o curso de capacitação em Gerenciamento de Recursos Hídricos. O objetivo desta pesquisa foi relacionar a forma de armazenamento, retirada e tratamento da água da cisterna com os índices de doenças de veiculação hídrica e a importância do processo de educação nos cursos de GRH na formação das pessoas que utilizam a água da chuva como fonte de consumo de água. Este diagnóstico foi feito através de questionários aplicados nas casas das famílias que possuem as cisternas, nas comunidades rurais do município de Serrinha, Bahia.

Palavras-chave: água da chuva, consumo humano, doenças, cursos em Gerenciamento de Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro, com chuvas irregulares concentradas em 3 a 4 meses e altas taxas de evapotranspiração, vem buscando alternativas para a convivência com o clima seco. Uma das alternativas são os projetos de captação de água de chuva e armazenamento em cisternas de placas visando o melhor aproveitamento da água nos períodos de chuva e sua utilização nos períodos de seca (Figura 1). Estes projetos ocorrem na zona rural e proporcionam as famílias de baixa renda uma melhoria da qualidade de vida, uma vez que a água é um elemento importante, essencial e de consumo diário para todas as pessoas. Ao mesmo tempo é um desafio, pois o manejo correto das cisternas e o tratamento adequado da água da cisterna são imprescindíveis para que a qualidade desta se mantenha adequada para consumo humano ao longo do tempo. Á água consumida pelas famílias são armazenadas em locais impróprios e consumidas sem tratamento, muitas vezes coletadas em

Figura 1. Cisterna de placas de 16.000 litros em processo de construção e a mesma finalizada

[1] Biólogo, Especialista em Ecologia e Intervenções Ambientais, Associação do Semi-Árido da Microrregião de Livramento (ASAMIL), Rua Presidente Vargas, 140, sala 104, (75) 9231-0593, neto.gfs@gmail.com
[2] Ecóloga, Doutora em Ciências, Associação do Semi-Árido da Microrregião de Livramento (ASAMIL)

barreiros e açudes que são utilizados para diversos fins como dessedentação animal e lavagem de roupas, ou então em poços com água salobra que podem acarretar em doenças.

A captação da água de chuva consiste em uma forma milenar de utilização da água pelo homem e sua utilização vem obtendo destaque ao longo dos tempos. É uma prática difundida em países como Alemanha, Japão e Austrália, possibilitando a captação de água com boa qualidade de maneira simples e bastante efetiva em termos de custo-benefício (Jaques et al., 2005).

Em áreas rurais a segurança alimentar e nutricional da população é condicionada diretamente pela disponibilidade de água para consumo humano, para a dessedentação de animais e para a produção alimentar. Resultados demonstram que a água da chuva captada com equipamentos seguros de armazenamento apresenta uma qualidade elevada ao ser comparada com outras fontes de abastecimento de água tradicionais (Alburquerque, 2004; Gould & Mcpherson, 1987).

As ações educativas juntamente com a disponibilização da tecnologia adequada, respeitando as diversidades de percepções e modos de apropriação da água dos habitantes beneficiados, podem ser a solução do problema de abastecimento de água nas zonas rurais. No nordeste brasileiro existem ações de educação para captação de águas da chuva voltadas para as estratégias de convivência com o semiárido, utilizando equipamentos simples baseados em técnicas populares de armazenamento de água e custo acessível para pequena escala de consumo, com capacidade de produzir resultados imediatos de disponibilidade de água e de melhorias de saúde (Alburquerque, 2004).

Dentre as iniciativas de políticas públicas voltadas às questões hídricas no semiárido, destaca-se a iniciativa da sociedade civil mobilizada e organizada em rede, constituída por mais de 800 entidades, denominada Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA). Para isso, a ASA concebeu, desenvolveu e vem gerenciando o Programa de Formação e Mobilização para a Convivência com o Semiárido, com a finalidade de contribuir, através de um processo educativo, para a transformação social, visando à preservação, o acesso, o gerenciamento e a valorização da água como um direito essencial da vida e da cidadania. Baseando-se em seis componentes: mobilização, controle social, capacitação, comunicação, fortalecimento institucional da sociedade civil e a construção de cisternas, este programa vem ampliando a compreensão e a prática da convivência sustentável e solidária com o ecossistema do semiárido (ASA, 2002).

O trabalho de educação utilizado durante os cursos de formação e capacitação das famílias em Gerenciamento de Recursos Hídricos (GRH), com carga horária de 16 horas, mostram a importância de levar o conhecimento sobre manejo e tratamento de água para os usuários das cisternas, assim como, revelam ser essencial a continuidade deste processo, uma vez que a educação é uma ferramenta com perspectiva integradora, baseada na conscientização, mudança de comportamento e participação, e por isso necessita de continuidade e monitoramento. As parcerias com os Agentes Comunitários de Saúde são imprescindíveis para a conquista e o avanço da formação educacional para as famílias nos projetos de cisternas, uma vez que o trabalho dos agentes é contínuo, relacionados às boas práticas de saúde e as prevenções de doenças de veiculação hídrica.

Este trabalho justifica-se pela visibilidade e relevância das cisternas na vida das famílias do semiárido brasileiro, avaliando de forma crítica o processo de educação realizado durante o curso de capacitação em GRH, com informações sobre segurança hídrica, manejo das cisternas e convivência com o semiárido. O objetivo desta pesquisa foi relacionar a forma de armazenamento, retirada e tratamento da água da cisterna com os índices de doenças de veiculação hídrica e a importância do processo de educação nos cursos de GRH na formação das pessoas que utilizam a água da chuva como fonte de consumo de água.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no município de Serrinha/BA, no território do Sisal, localizado na região do semiárido do nordeste brasileiro, com população estimada em 76.762 habitantes e extensão territorial de 658 km^2 (IBGE, 2010). Localiza-se a uma latitude 11º39'51" S e a uma longitude 39º00'27" O, estando a 379

metros altitude. Este território apresenta características de períodos de chuvas irregulares e pluviosidade entre 500 a 800 mm/ano (SEI, 1997).

O município de Serrinha, até o ano de 2011, possuía em torno de 1800 cisternas distribuídas em 50 comunidades, tendo como financiadores o Programa um milhão de cisternas (P1MC) parceria ASA e Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome (MDS), da Secretaria de Desenvolvimento Social e Combate a Pobreza do Estado da Bahia (SEDES) e da Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR).

Duas comunidades, com 25 famílias no total, foram selecionadas, Casa Nova e Tamburi, ambas com cisternas em todas as casas. Em cada família foi realizada um questionário em formulários pré-estabelecidos, com perguntas relacionadas às formas de captação, armazenamento e tratamento da água da chuva, retirada da água e limpeza da cisterna, problemas relacionados à saúde, dentre outros aspectos relevantes no contexto sócio-econômico-ambiental, com a finalidade de avaliar a eficácia do processo de formação realizado para as famílias no curso de GRH. Durante a aplicação dos questionários alguns comentários feitos no recinto, por outras pessoas presentes, foram resgatados. Esses dados foram tabulados em planilha do Excel, onde foi feito uma abordagem analítica destes resultados. Os dados foram coletados também através da observação direta e registro fotográfico.

A partir destes resultados foi realizada uma análise critica sobre a importância dos cursos de GRH na formação das famílias, ou seja, como a educação é essencial neste processo e como manter as famílias em contínuo aprendizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados, as famílias reconhecem a grande importância dos projetos de cisternas na zona rural do semiárido, que garantem o acesso à água de boa qualidade. Os cursos sobre gerenciamento de recursos hídricos (GRH) tem como ponto forte de discussão a importância do cuidado com o tratamento da água para a saúde da família, assim como, a gestão da água educando as famílias a terem um uso sustentável para beber, cozinhar e fazer a higiene bucal. Nesse contexto, como a maioria dos participantes são mulheres, elas tem desempenhado um papel fundamental como difusoras desses conhecimentos junto à família. E neste âmbito os resultados de alguns questionamentos feitos as famílias com relação aos cuidados na captação, armazenamento, retirada e tratamento da água da cisterna estão apresentados na Figura 2.

O primeiro requisito está relacionado à captação da água da chuva - Fazem o desvio da primeira água da chuva? - fator importante, pois nas primeiras chuvas é quando ocorre a limpeza dos telhados e das calhas que captam a água para a cisterna, 92% da famílias responderam que esse processo é realizado sempre. No segundo requisito - Como retiram a água da cisterna? - mais de 3/4 das famílias respondeu que utilizam a bomba, utensílio criado para se retirar a água de dentro da cisterna sem que haja nem um contato com a parte interna da cisterna, o mecanismo é feito através de bombeamento manual, onde um cano sai do fundo da cisterna até a tampa do lado de fora, e através da sucção a água é puxada para a parte exterior. Este resultado, 76% das famílias, é muito significativo, pois evita a contaminação da água com algum objeto externo, os outros 24% das famílias retiram água com o balde e, como na maioria das vezes os baldes ficam no chão podem contaminar a água da cisterna. A partir destes resultados, percebe-se que a formação das famílias durante os cursos de GRH estão sendo positivas e os participantes estão colocando em prática o passo a passo dos cuidados com a água das cisternas, uma vez que todas estas informações são passadas na capacitação das famílias e todas as cisternas são munidas com bomba.

O terceiro e quarto requisitos estão relacionados ao tratamento da água após a retirada da cisterna, no terceiro foi indagado – Tratam a água após a retirada? – e apenas uma família afirmou que não fazia nenhum tratamento com a água que consumiam, já os 96% afirmaram fazer tratamento, um resultado bem animador e mostra que o trabalho feito nos cursos com as famílias vem surtindo efeito. A quarta pergunta – Qual o

Requisitos básicos para se ter água de qualidade na cisterna

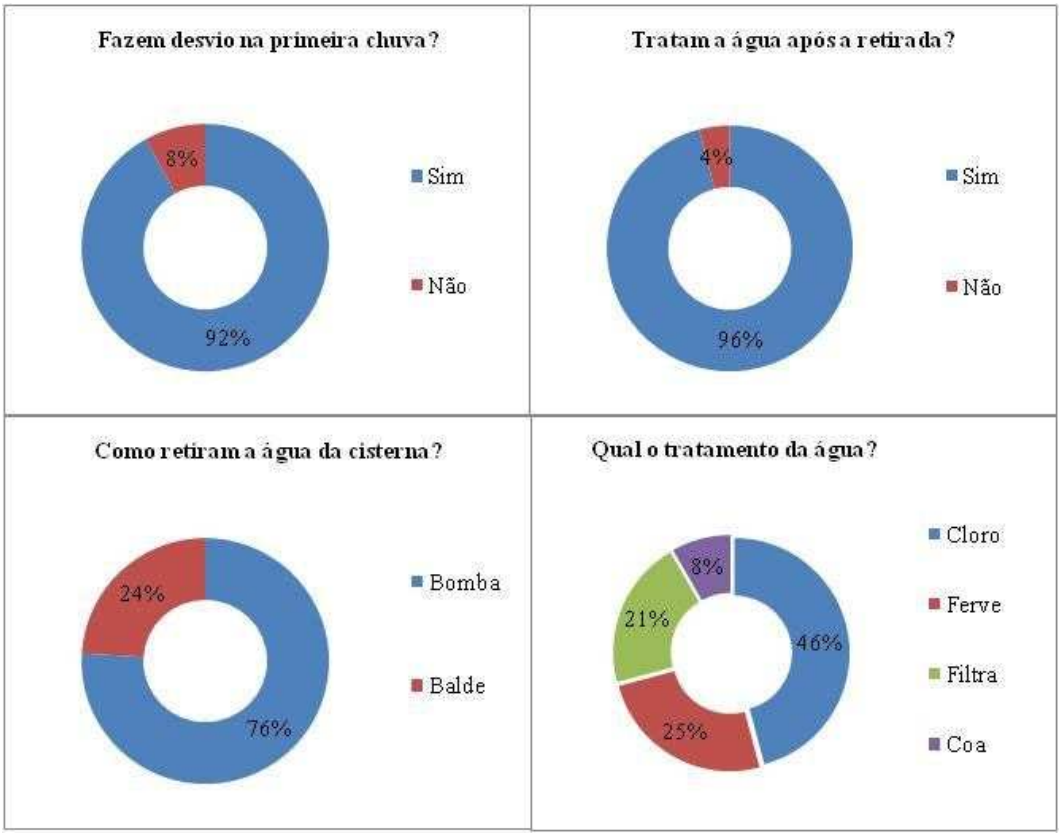


Figura 2. Respostas das famílias nos questionários realizados sobre os requisitos básicos para se ter água de qualidade na cisterna. Fonte: Pesquisa de campo, jan/10

tratamento da água? – das 24 famílias que utilizam algum tratamento, quase a metade, 48% dos entrevistados colocam cloro para tratar a água, 24% fervem a água, 20% filtram e 8% dizem coar a água retirada da cisterna para consumo. Isso é extremamente relevante uma vez que, não adianta apenas ter um local adequado para armazenar a água, é importante também que todas as etapas recomendadas para se obter água potável sejam seguidas, pois assim as famílias terão garantia de vida saudável. Os resultados encontrados mostram que o processo de formação das famílias são essenciais e importantes para educar e ensinar o manejo adequado da água da cisterna e que estão cumprindo o papel de fortalecer e empoderar as famílias da zona rural do semiárido nordestino.

Além destes requisitos, foram questionados também sobre a qualidade da água e a saúde das famílias que foram beneficiadas com as cisternas, 59% relataram a melhoria na qualidade da água, pois, tendo água de qualidade a família passa a ter uma melhor qualidade de vida e a cisterna quando bem gerida garante a qualidade da água ao longo do tempo. Das famílias entrevistadas 41% relataram a melhoria na saúde, pois houve diminuição de doenças de veiculação hídrica uma vez que passaram a ter menos doenças como diarréia, esquistossomose, verminoses, dengue, ameba, giárdia. Assim como, foi constatada uma redução de doenças vinculadas ao transporte da água, anteriormente feito em baldes e galões sobre a cabeça, causando problemas de coluna, dores de cabeça, articulações, entre outros, como relatada por um dos entrevistados: "*Todos sofriam muito até as crianças traziam galão de água na cabeça, meu filho mesmo vivia se queixando de dor de cabeça e tudo isso para beber água com lama, porque do mês de outubro em diante a gente bebia lama.*"

Pelo exposto, pode-se perceber que a formação das famílias nos cursos de capacitação em GRH é essencial e imprescindível para o sucesso dos projetos de construção de cisternas, pois tem como questões fortes de discussão a relação água e saúde, importância e cuidados com a água da cisterna, os tratamentos

adequados para a água de consumo, assim como, o processo de educação para as famílias e a convivência com o semiárido. Ressaltando como parte importante do processo de mobilização e da continuidade educacional do projeto de construção de cisternas está a parceria com os Agentes Comunitários de Saúde, que são pessoas das comunidades que realizam um trabalho sócio-educativo de prevenção às doenças, e também atuam como educadores e multiplicadores das informações sobre o manejo adequado da água da chuva e o bom gerenciamento deste recurso.

CONCLUSÕES

Os projetos de construção de cisternas estão ganhando espaço nas políticas públicas e seus resultados mostrando a melhoria na vida das famílias da zona rural do semiárido brasileiro. Como melhoria entende-se todo o processo de educação realizado com as famílias, desde a capacitação das famílias em gerenciamento de recursos hídricos, a diminuição de doenças diversas melhorando a saúde dos moradores, assim como, o acesso à água de boa qualidade, direito de todos os cidadãos brasileiros.

Vale salientar a importância dos ACS na continuação do processo educativo de sensibilização e reeducação das famílias com o manuseio da água de consumo humano, já que as cisternas surgem como passo inicial de convivência com o semiárido sendo uma tecnologia social apropriada para a região, havendo a necessidade de cuidados contínuos, papel este desempenhado pelos agentes.

Desta forma, conclui-se que os cursos em GRH conseguem formar e capacitar as famílias com informações sobre segurança hídrica, manejo das cisternas e convivência com o semiárido. As cisternas tem modificado a realidade no semiárido brasileiro e levado esperança de vidas melhores para as famílias do sertão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, T. M. A. Seleção Multicriterial de Alternativas para o Gerenciamento de Demanda de Água na Escala de Bairro. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.

ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ASA). Programa de Formação e Mobilização para a convivência com o Semiárido Brasileiro: Um Milhão de Cisternas Rurais. Cartilha: Recife, 2002.

GOULD, J.E.; MCPHERSON, H. J. Bacteriological quality of rainwater in roof and ground catchment systems in Botswana. Water International. Vol. 12, nº.3, p.135-138, 1987. Disponível:<http://md1.csa.com/partners/viewrecord.php?request=gs&collection=ENV&recid=1738034>. Acesso em 12 junho 2012.

JAQUES, R.C.; RIBEIRO, L. F.; LAPOLLI, F. R. Avaliação da qualidade da água de chuva na cidade de Florianópolis – SC. In: 23º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande-MS. Anais de Resumo, Campo Grande: ABES, 2005.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). Disponívelem: http://www.sei.ba.ba.gov.br/side/frame_tabela.wsp?tmp.volta=sg6&tmp.tabela=t78> Acessado em 11 de junho de 2012.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NO SERTÃO E NO CARIRI PARAIBANO

Albertina de Farias Silva[1], Ilka Micheli Freitas Araújo[2],
Tamires de Lima Luna[3] & Beatriz Susana Ovruski de Ceballos[4]

Resumo: Objetivou-se analisar comparativamente a gestão das águas em residências rurais do sertão e do cariri paraibano e avaliar as condições de conservação e manejo dos sistemas de captação e armazenamento de águas de chuva em cisterna, no contexto do P1MC .Verificam-se condutas semelhantes nas duas regiões sob estudo, indicando saberes e não saberes arraigados na população do semiárido. A principal fonte de água para beber é da cisterna, e em segundo lugar de poços. A maioria das cisternas recebe água de carro-pipa, de qualidade inferia à da chuva. Em geral as comunidades das duas regiões não desinfetam a água antes do consumo, não usam bomba para retirar água da cisterna e a calha móvel é usada por alguns moradores sendo retirada quando se iniciam as chuvas. A gestão das águas de diversas origens nas residências não é tema abordado pelos agentes de saúde que também não incluem orientações sobre o uso e manejo higiênico das águas e uso eficiente das barreiras sanitárias durante suas visitas nas comunidades onde atuam. Os gestores parecem estar distantes da efetiva aplicação de programas importantes para a convivência com o semiárido, os quais se enfrentam e anulam.

Palavras Chaves: cisternas, manejo e conservação, semiárido, políticas publicas

INTRODUÇÃO

A organização Mundial as Saúde (WHO, 2003), proclama ser direito de todo ser humano o acesso a água de qualidade em quantidade suficiente para atender as necessidades básicas de sobrevivência, isto é em torno de 20 L/dia por pessoa. A fonte de água deve esta próxima à residência (distância máxima de 1 km do local de uso) e o tempo destinado à coleta deve ser de cinco a 30 minutos.

Apesar da essencialidade da água para a sobrevivência, ainda não há disponibilidade em quantidade e qualidade suficiente para grande parte da população. Dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – IBGE (2008), cita diversos municípios do País que não dispõem de rede geral de distribuição de água em seus distritos, valendo-se de soluções alternativas. Dentre essas, destacam-se carros pipas, poços e chafarizes, bicas ou minas e, os mais recentes: programas governamentais de aproveitamento de água de chuva.

O clima é um fator principais do qual depende a disponibilidade de água numa região. No semiárido do Brasil, a distribuição irregular das chuvas no tempo e no espaço e a alta evapotranspiração, resultam em escassez de água que é forte limitação para o desenvolvimento socioeconômico. A ocorrência periódica das secas e seus efeitos sobre os homens e rebanhos se remontam aos primórdios da história do Brasil, e motivo de preocupação para as comunidades locais, governos e para a sociedade civil. As grandes secas deram origem à política de açudagem desde a época do Império, com Dom Pedro II (Açude de Cedro). A captação e armazenamento da água de chuva em cisternas é uma tecnologiamais simples a aplicável a comunidades dispersas do semiárido e de baixo custo. De acordo com Gnadlinger (2000), por ser uma técnica popular em todo o mundo, e fornecer água de boa qualidade – água de chuva, é bem aceita para consumo humano especialmente em regiões áridas e semiáridas.

[1] Graduanda em Biologia - UEPB/ Bolsista PIBIC
[2] Granduanda em Biologia – UEPB
[3] Graduanda em Biologia – UEPB/ Bolsista PIBIC
[4] Professora titular-UEPB, mestre em microbiologia e imunologia (UFSP) e Dra em Microbiologia ambiental (USP). Pesquisadora, professora e coordenadora adjunta do programa de pós graduação em Ciência e tecnologia ambiental (mestrado) e Engenharia Ambiental (doutorado)/UEPB

Na perspectiva de se atenuar as carências de água nas estiagens no nordeste semiárido, foi lançado em 2001, o Programa de Formação e Mobilização para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC). O programa tem como meta fornecer água de boa qualidade acinco milhões de pessoas através da construção de um milhão de cisternas rurais com capacidade para armazenar de 16.000 litros de água de chuva cada uma. Essa quantidade permite usar 8,9 litros por pessoa por dia para famílias com ate cinco membros, e é suficiente para satisfazer as necessidades de beber, cozinhar, lavar os utensílios domésticos e de higiene pessoal de cada um dos cinco habitantes (ASA, 2012).

Desde seus inícios o programa PIMC desencadeou um movimento de articulação e de convivência sustentável no semiárido brasileiro, objetivando além de fornecer água de boa qualidade e em quantidade suficiente para as necessidades básicas das famílias, desenvolver

ações de cidadania, de recuperação da autoestima e do sentimento de liberdade individual do cidadão da área rural, há séculos submetido ao regime do coronelismo local.

Para que água de chuva armazenada em cisternas seja de qualidade adequada ao consumo humano é necessário o manejo sanitário da água o qual inclui a adoção de barreiras sanitárias que minimizem sua contaminação durante a captação, seu transporte ate a cisterna e durante o armazenamento assim como posteriormente, na retirada da cisterna, transporte ate a casa e no momento de consumo. A proteção sanitária das cisternas rurais para o abastecimento doméstico é bastante simples, precisando de cuidados com o manejo do sistema tais como (desviodas primeiras águas de cada evento de chuvas); 2) a retirada da água da cisterna com bomba (instalada na cisterna na sua construção); 3) a higiene da cisterna (limpeza interna e externa, cuidados com a tampa, infiltrações, não colocar plantas ou outros artefatos em cima da cisterna, manter os animais longe da área da cisterna), e manutenção com cuidados adequados e periódicos todo o sistema (ANDRADE NETO, 2004; GNADLINGER, 2007).

Nesse contextoo presente trabalho objetiva-se analisar de forma comparativa a gestão das águas em residências rurais do sertão e do cariri paraibano e avaliar as condições de conservação e manejo dos sistemas de captação e armazenamento de águas de chuva em cisterna, no contexto do P1MC.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa contempla quatro estágios: 1. *de aproximação* – que inclui visitas as áreas para contatos, planejamento e testes de instrumentos; 2. *observação e coleta* – experiência de acompanhamento do cotidiano das famílias beneficiárias do PIMC, relação com a água (as práticas correntes, reações, envolvimento, negociações de significado, etc); 3. *Entrevistas abertas* – entrevistas com perguntas abertas priorizando histórias de vida, experiências cotidianas, tomadas de posição, saberes tecnopráticos, críticas, revelações, crenças, valores. (deixar se expressar, sem perder o foco); 4. *confronto e análise* – reuniões com os beneficiários para aprofundar as questões levantadas nas entrevistas, esclarecimentos de dúvidas, contradições, conflitos, avaliações. Foram selecionados sistemas de captação e armazenamento de água de chuva em cisternas de comunidades do médio Sertão paraibano (comunidades de Cajazeiras e assentamentos Maria da Paz e Nova Santana, nos municípios de São José de Espinharas e Malta perfazendo 21 residências). Os critérios de seleção foram : ano de construção e órgão financiador .

Foram utilizados dois roteiros de pesquisa: um para observação do ambiente, cisternas, cotidiano dos moradores, práticas, usos, envolvimento, mobilizações, experimentos, vivências; e outro para entrevistas, bastante aberto, visando obter, dentre outras, informações sobre hábitos, percepções, entendimentos comuns e divergentes, opiniões e saberes sobre água, cisterna e qualidade de vida. Um questionário possui 07 temas e 132 perguntas e o outro é apenas uma guia para apontar observações locais, hábitos e percepções. Este trabalho foi feito primeiro com visitas previas de reconhecimento dos locais e seu georefereciamento (em geral de moto, para ter acesso aos locais onde os carros não podiam entrar). Posteriormente, e também de moto, se

aplicaram os questionários mais longos, numa campanha de vários dias de duração, com a equipe toda instalada no médio sertão, para ter maior intimidade com as famílias, e mais tempo para as conversas informais.

Os resultados foram comparados com dados de 22 residências distribuídas no município de São João do Cariri, Cariri paraibano (Curral do Meio, Sitio Pombos e Malhada da Roça) e do assentamento Paus Brancos, área rural de Campina Grande, Agreste da Paraíba, e que foram pesquisadas anteriormente no contexto do projeto CISTERNAS (UFCG, UEPB, UFPE, UFRPE, EMBRAPA/CPATSA (2007-2010). O trabalho foi assim organizado: 1) avaliação da gestão das águas nas residências; 2) observação e registro da conservação e manejo de todo o sistema, 3) informações socioeconômicas; 4) hábitos, percepções, opiniões e saberes sobre água, cisterna e qualidade de vida Para isso foram aplicados os questionários semiestruturado na forma de entrevistas e em seguida se criaram condições para conversas informais e observação direta do local (condições de higiene, de moradia, da cisterna, usos, etc.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentro das estratégias de convivência com o semiárido, tal vez o mais importante seja a gestão das múltiplas fontes de água, de qualidades diferentes destinadas para usos específicos relacionados com essa qualidade: as melhores, mais claras e mais doces para consuma humano, outras não tão doces nem tão límpidas para lavagem de roupas, e as outras para irrigação, criação de peixes e dessedentação animal, entre outros possíveis usos. Entretanto, com a estiagem prolongada todas serão úteis para todos os fins se não houver fontes alternativas de abastecimento. É então que as águias veiculam doenças que causam desidratação e mortes em crianças.

As famílias de São Jose de Espinharas usam para higiene pessoal e limpeza do lar água de poço (46,15%), de rios (30,7%), de barragem e açudes (15,39%) e riachos (7,69%). Já para beber entre 50 e 80% usam águas das cisternas e as restantes águas de poços. Nas comunidades rurais do Cariri a distribuição das principais fontes de abastecimento para consumo foram poços, (49,6%), seguido de barragem e açude (19%) e rio (15%). No assentamento Paus Brancos, a principal fonte de abastecimento é a cisterna (76,32%), poço (10,53%) e barragem ou açude (5,3%).

Em São Jose de Espinharas, 13 famílias (65%) possuíam água nas torneiras provenientes de poços desde onde captam com bomba ate um reservatório elevado de uso comum. Esta distribui a água por gravidade ate as torneiras. O sistema de perfuração do poço, aquisição da bomba, construção do reservatório elevado e

Figura 1. Caixas de água alimentadas água de poço comunitário e a distribuem por gravidade para as residências de São Jose de Espinharas/Medio Sertão/PB

tubulações foram produtos de ação coletiva. Essas águas são destinadas para "o gasto", ou seja, para usos não nobres (lavar louça e roupas, higienização do lar). Verificou-se que na comunidade e nos assentamentos do sertão, as residências que possuem água de poço encanada utilizam água da cisterna para beber: 31% usam a água da cisterna exclusivamente para esse fim, 46% para beber e cozinhar e 23% para tomar banho. Nas residências do Cariri a maioria das famílias (63,4%) não possui água encanada. O armazenamento é feito em caixas de águas no chão, cisternas, potes de barro e tonéis Nas residências que possuem água de poço encanada, 67,5% declararam priorizar a água da cisterna para beber e cozinhar (TAVARES, 2009).

No assentamento Paus Brancos 76,32% das famílias usam a água da cisterna para higiene pessoal e limpeza da residência, o que significa desperdiço de água de boa qualidade e própria para o consumo humano (TAVARES, 2009). Pelo contrario, no assentamento Maria da Paz/São José de Espinharas, a água da cisterna é usada apenas para o consumo e para demais atividades usa-se água de poço, de barragem ou de açudes. No assentamento Paus Brancos, apenas 5,7% as famílias usam para beber exclusivamente água das cisternas.

Beber água de cisternas e de poço sem desinfecção tem algum risco, que pode ser evitado incluído-se essa barreira sanitária: em São José de Espinharas todos os usuários dizeram utilizar algum método de tratamento de água. Nos assentamento Maria da Paz e Nova Santana 60 e 75%, asseguram desinfetar a água com cloro. A cloração é o método mais difundido e de fácil acesso porque o hipoclorito de sódio é distribuído gratuitamente pelos ACSs (Agentes Comunitários de Saúde). Entre 50 e 75% das famílias de Nova Santana e Cajazeiras, e 20% de Maria da Paz disseram usar-lo. No Cariri, a porcentagem de uso da cloração foi menor: 52% dos moradores não faziam nenhum tipo de tratamento, 10% cloravam e filtravam (MIRANDA, 2010). As dosagens adotadas são incorretas na maioria dos casos, o qual é semelhante na maioria dos relatos para as diferentes regiões do pais, colocando a menos (não é suficiente para desinfecção) ou a mais, (causando sabor desagradável na água e prejudicando à saúde pela formação de trialometanos). Estudos mostram semelhança com a região do Cariri (XAVIER, 2010), sem cloração correta, por falta de distribuição pelos agentes de saúde ou pela resistência dos moradores.

A maioria das famílias do sertão (92%) afirma que as chuvas enchem a cisterna, 69% responderam que não recebem água de carro-pipa e as restantes (31%) recebem, não seguindo as diretrizes da ASA, que tem como alvo principal para as cisternas rurais a captação de somente água de chuva, de melhor qualidade para beber. No cariri 18,6% das famílias afirmaram que a água da cisterna é suficiente para abastecer a família o ano todo e 59,% declararam não receber água de carro pipa. No entanto durante o acompanhamento mensal se verificou o abastecimento com água da operação pipa do exercito. Um dos motivos das famílias caririzeiras e sertanejas, empregarem a água da cisterna para todos os usos da família e do lar deve-se à comodidade de possuir um tanque armazenador de água na "porta de casa" e a segurança de que quando falte água, irão ser reabastecidas com água de carro-pipa. Essa gestão da água foge da filosofia da ASA e do Programa Um Milhão de Cisterna, que visava a recuperação junto o com a posse da águao resgate a autoestima e da cidadania dos habitantes rurais, livrando-os das ações assistencialistas.

A conservação dos telhados dos sistemas de captação e armazenamento de água de chuva em cisternas nas residências do Sertão é boa, porém calhas e ductos requerem melhoras, limpezas e adequado posicionamento para evitar desperdício de água na captação da chuva. O estado de conservação das cisternas em geral é adequado. As principais deficiências estão nas rachaduras e infiltrações. No Cariri a conservação e melhor (86% das residências. Das inadequações houve telhados sujos ou danificados, calhas mal posicionadas, rachaduras e vazamentos, inexistência ou falhas na bomba manual (Xavier, 2010).

A bomba é uma das barreiras sanitárias preventivas contra a contaminação da água ao evitar o contato direto da água de chuva armazenada com recipientes que podem estar contaminantes (ANDRADE NETO, 2004). Observou-se que 77%, das famílias de São Jose de Espinharas tiram a água com balde e 8% combomba manual. No cariri, as famílias alegam os mesmos inconvenientes, 67% das famílias caririzeiras adotam o balde. Essas bombas são pouco usadas por sua fragilidade e por ser necessário bombear várias vezes para encher um balde.

CONCLUSÕES

Verificam-se condutas semelhantes nas duas regiões sob estudo, indicando saberes e não saberes arraigados na população beneficiada com cisternas. A gestão das águas de diversas origens nas residências não é tema abordado por AVAs e ACS que também não incluem orientações sobre o uso e manejo higiênico das águas nem explicam o uso eficiente das barreiras sanitárias nas suas visitas aos moradores das comunidades onde atuam. Os gestores das políticas publicas parecem estar distantes da efetiva aplicação de programas importantes para a convivência com o semiárido, os quais pela sua aplicação fora do contexto de sua criação se enfrentam e anulam.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade Neto, C.O. Proteção sanitária das cisternas rurais. In: Simpósio Luso- Brasileirode Engenharia Sanitária e Ambiental, 11.,2004. Natal-RN. **Anais...** Natal: ABES/APESB/APRH, 2004**.**

ASA – **Articulação do semiárido Brasileiro**. Disponível em: <http:/www.asabrasil.org.br> Acesso em : 14 maio 2012

Gnadlinger, J. Colheita de Água de Chuva em Áreas Rurais. Juazeiro. BA: IRPAA, 2000. 40 P.

Gnadlinger, J.;**Rumo a um padrão elevado de qualidade de água de chuva coletada em cisternas no semiárido brasileiro.** 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Águas de Chuva. Belo Horizonte - MG, 2007

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Cidades. Revisão 2010. Disponível em http:// www.ibge.gov.br. Acesso em 02 maio 2012.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB, http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/ populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf Acesso em 16/ de junho de 2012

Miranda, P.C. ; Xavier, R.P. ; SILVA, A. F. ; Ceballos, B. S. O. . Avaliação da qualidade da água de chuva armazenada em cisternas e no ponto de consumo em comunidades rfurais do semiárido paraibano.. In: X Simpósio de Recursos Hidricos do Nordeste, 2010, Fortaleza. Anais do X Simpósio de Recursos Hidricos do Nordeste. Porto Alegre : ABRH 1, 2010. v. CD. p. 1-13.

Tavares, A. C**. Aspectos físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de comunidades rurais do semi-árido paraibano.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – PRODEMA, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB. 2009.

WHO**.World Health Organization.Domestic water quantity, service level and health.**2003. Disponível em:<http://www.who.int/water_sanitation_healt/disearses/WSH03.pdf>. Acesso em 22 de fev. 2012.

Xavier, R. P. **Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no semiárido paraibano**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – UFCG, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB. 2010.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE MANOEL MARCIONILO, TAPEROÁ-PB

André Aires de Farias[1], Telma Lucia Bezerra Alves[2], José Thyago Aires Souza[3], Virgínia Mirtes de Alcântara Silva[4] & João Miguel Moraes Neto[5]

Resumo: Objetivou-se analisar a captação e o armazenamento de água no entorno da bacia hidráulica do açude Manoel Marcionílo, município de Taperoá-PB. Esta pesquisa foi realizada através de uma pesquisa quali-quantitativa. Os questionários foram aplicados a 10% das famílias residentes no entorno da bacia hidráulica do açude Manoel Marcionilo. Para calcular e gerar os gráficos foi utilizado o Microsoft Excel. Também foi realizado um trabalho de campo, que teve por finalidade fazer um reconhecimento geral da área, onde foram descritos aspectos referentes à captação e ao armazenamento no local. Apesar da irregularidade na distribuição espacial e temporal da precipitação pluvial no município, 40% dos entrevistados não fazem captação de água das chuvas, e apenas 33,4% das famílias fazem armazenamento de água em cisternas. A deficiência na captação e no armazenamento de água da chuva agrava o "drama" social da população rural, por não dispor de água durante as estiagens que possam suprir as necessidades básicas das famílias.

Palavras-chave: Captação, Armazenamento, Bacia hidráulica.

INTRODUÇÃO

No que se refere ao Nordeste Brasileiro, verifica-se ao longo do ano um período curto de 3 a 4 meses com precipitações pluviométricas e um período longo, geralmente chamado de período de estiagem, sem precipitação, apresentando alta capacidade de evapotranspiração durante todo ano, caracterizando um clima semiárido. O semiárido nordestino se destaca pelas precipitações médias anuais muito irregulares e grande variabilidade espacial. As médias de precipitações pluviométricas podem variar de 200 a 700 mm por ano, não tão pequenas comparadas com outras regiões semiáridas do mundo, no entanto as temperaturas são muito elevadas, as perdas por evapotranspiração são acentuadas e é o semiárido com maior densidade populacional do mundo evidenciando a necessidade, do ponto vista social, de estudar formas melhores de convivência com a escassez hídrica. O Nordeste apresenta uma condição especial para utilização de sistemas de captação e armazenamento de água de chuva, visto que é uma região em que quando chove, isso acontece com grande intensidade, e o déficit hídrico decorre basicamente da intensa evaporação e da irregularidade climática. Agravando a situação, a região conta com uma base hidrogeológica de origem cristalina que não favorece a infiltração, mas sim o escoamento (Cabral & Santos, 2007).

A captação de água de chuva foi inventada isoladamente em diversas partes do mundo e em diferentes continentes há milhares de anos. Há dois mil anos, já se detinham informações da existência de um sistema integrado de manejo de água de chuva no deserto de Negev, hoje território de Israel e da Jordânia, e também o uso de cacimbas e tanques de pedras para armazenamento de água de chuva na China (Gnadlinger, 2006).

No contexto das comunidades rurais, são utilizadas certas estratégias, baseadas em baixo custo, que, são desenvolvidas, há séculos por comunidades das zonas áridas e semiáridas do mundo e que estão sendo resgatadas na atualidade (Lima et al., 2011). As técnicas de convivência com o semiárido, utilizadas para a captação e armazenamento de água mais conhecidas são:

[1] Lic. em Ciências Agrárias/UEPB, Mestre em Recursos Naturais e Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais/UFCG. e-mail: andreaires61@hotmail.com
[2] Geógrafa, Mestre em Recursos Naturais e Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais/UFCG
[3] Graduando em Agroecologia /UEPB
[4] Bióloga/UEPB
[5] Professor do Departamento de Engenharia Agrícola/UFCG

1 - Pequena escala de abrangência – cisterna de placas, barreiros, cacimbas, caxios, caldeirão ou tanque na pedra, "mandallas", cacimbões e barragens subterrâneas;

2 - Grande escala de abrangência – açudes e barragens.

Tabela 1. Síntese das Estratégias de Armazenamento e Convivência com a Escassez de Água no Semiárido Nordestino

Estratégia de captação	Descrição	Construção	Utilização da Água Armazenada	Gestão
Cisternas de Placas	Reservatório, em geral, cilíndrico, fechado, para armazenar água da chuva captada do telhado. É formado por um tanque de armazenamento, área de captação e um condutor.	Família e comunidade	Consumo familiar	Família
Barreiros	Reservatório de armazenamento de água, aberto, cuja captação é feita diretamente da chuva e da água que escoa no solo. É exposto à evaporação e à poluição.	Comunidade e/ou Técnicos do governo.	Dessedentação animal, lavagem de roupa, banho e limpeza em geral.	Comunidade
Cacimba e/ou Cacimbão	Reservatório fechado, de forma cilíndrica, com profundidade variável, até encontrar um veio d'água, escavado no leito de um rio, em locais onde existe uma camada de rocha em decomposição, contida por anéis pré-moldados ou alvenaria de tijolos e coberta por uma laje de concreto, deixando uma abertura para manutenção e retirada da água.	Comunidade, Proprietários de terra.	Consumo humano, animal e agricultura.	Família e/ou comunidade
Caldeirão ou Tanque de Pedra	Reservatórios que se formam naturalmente nas fendas das aflorações rochosas do embasamento cristalino e permitem o acúmulo da água das chuvas.	Fenômeno natural, aprofundado pela comunidade	Uso humano, animal e agrícola	Comunidade
Barragens subterrâneas	Reservatórios para armazenamento de água no solo, geralmente no leito dos rios e riachos que foram barrados com a construção de uma parede subterrânea, também conhecida como septo impermeável.	Família e/ou técnicos especializados	Produção agrícola	Comunidade
Mandallas	Reservatório que compõe um sistema de produção que capta água de uma fonte preexistente para utilizá-las na produção de pequenos animais, hortas, evoluindo até árvores frutíferas.	Famílias e comunidade	Produção agropecuária	Comunidade e família
Açude ou barragens	É uma barreira artificial, construída em cursos de água para retenção desta, em grandes quantidades.	Técnico do Governo, proprietários de Terra.	Consumo doméstico, industrial, agropecuário, lazer, comercial.	Governo e/ou proprietário

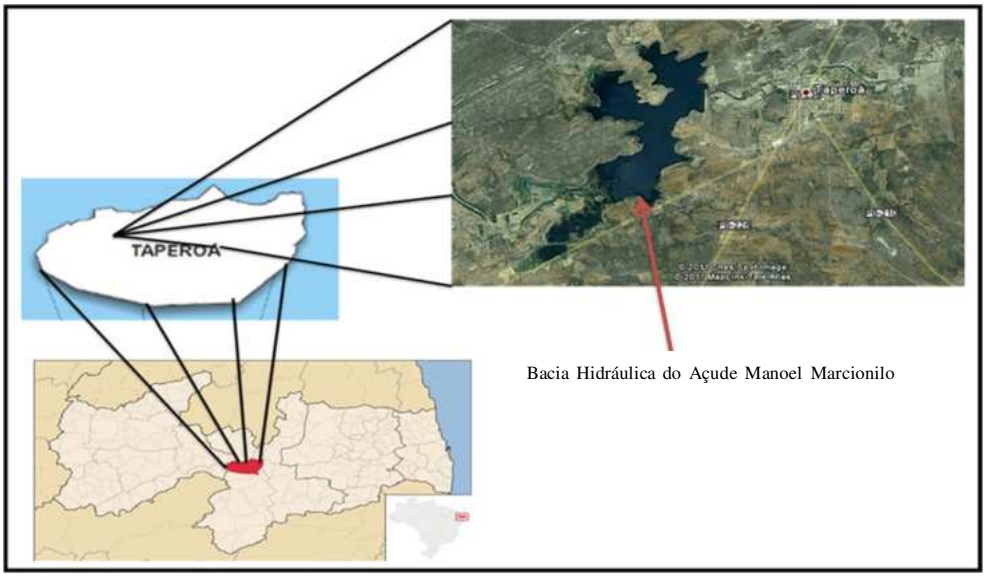
Fonte: (Silva, 2008)

Estas tecnologias de captação e manejo de água de chuva costumam ser chamadas de "tecnologias sócias" (Gnadlinger, 2006) ou sociais, como são mais conhecidas. Elas estão espalhadas por todo lugar, mas, por serem extremamente simples, nem sempre o status de tecnologia lhes é facilmente conferido (Lassance Junior & Pedreira, 2004).

Na atualidade, há um incremento da difusão dessas práticas mais tradicionais pelo semiárido nordestino, por considerar tais comportamentos mais adequados à região, tanto econômica, quanto social e ambientalmente. Diante do exposto, objetivou-se analisar a utilização destes reservatórios no entorno da bacia hidráulica do açude Manoel Marcionílo, no município de Taperoá-PB, tendo em vista a sua utilização como fonte de captação e armazenamento de recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Taperoá localiza-se na região central do Estado da Paraíba, Mesorregião Borborema e Microrregião Cariri Ocidental (Figura 1). A sede municipal situa-se a uma altitude de 532 metros (Cprm, 2005). A população do município de Taperoá é de 14.936 habitantes, sendo 8.939 na zona urbana e 5.997 na zona rural (Ibge, 2012).



Fonte: AESA (2006)

Figura 1. Localização da área de estudo

Este trabalho foi realizado através de uma pesquisa quali-quantitativa. A pesquisa qualitativa costuma ser direcionada ao longo de seu desenvolvimento, não buscando enumerar ou medir eventos, e onde o pesquisador frequentemente procura entender os fenômenos, segundo as perspectivas dos participantes da situação estudada, enquanto a abordagem quantitativa, de modo geral procura seguir com rigor um plano previamente estabelecido, ou seja, baseia-se em hipótese claramente indicadas e variáveis que são objetos de identificação operacional (Neves, 1996).

Para composição da amostra foi escolhido intencionalmente o grupo de elementos, caracterizando, portanto, uma amostragem probabilística intencional (Cunha & Araújo, 2000).

Os questionários foram aplicados a 10% das famílias residentes no entorno da bacia hidráulica do açude Manoel Marcionilo. Para calcular e gerar os gráficos foi utilizado o Microsoft Excel. Também foi realizado um trabalho de campo, que teve por finalidade fazer um reconhecimento geral da área, onde foram descritos os aspectos referentes à captação e ao armazenamento de água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da irregularidade na distribuição espacial e temporal da precipitação pluvial no município, 40% dos entrevistados não fazem captação de água das chuvas (Figura 2). Com isso vem se agravando o "drama" social da população rural, por não dispor de água potável para suprir as necessidades básicas das famílias. A captação é uma maneira rápida de se obter um grande volume de água e de razoável qualidade em um período de tempo bastante reduzido.

Tendo em vista a degradação dos recursos hídricos, torna-se imprescindível adotar um racionamento e gerenciamento eficaz, e uma das formas de obtê-los é justamente a partir do aproveitamento das águas pluviais.

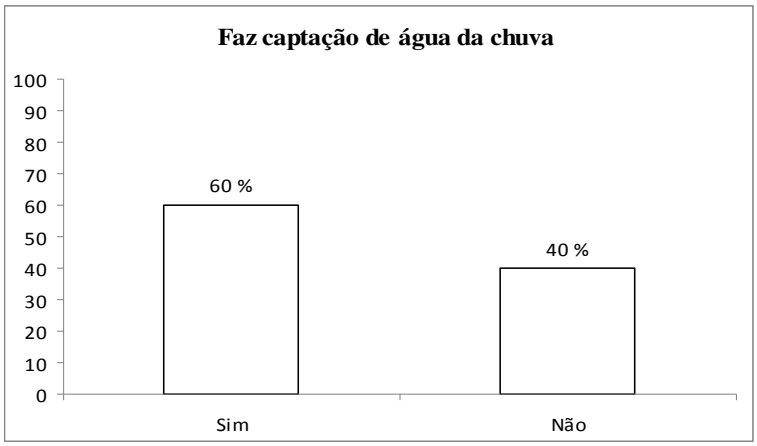


Figura 2. Faz captação de água da chuva

Ela pode ser aproveitada para uso doméstico, industrial, agrícola, entre outros, estando em franco crescimento esse tipo de utilização. O primeiro passo é armazenar a água de chuva mediante sistema de captação, com utilização de calhas nos telhados, levando-a para um filtro para retirada de impurezas maiores, como galhos e folhas. Essas águas podem ser armazenadas em açudes, barreiros, tanques naturais, caixas d'agua, cisternas, entre outros. Assim, o uso racional dos recursos hídricos aliado à captação da água de chuva são, certamente, as ferramentas fundamentais para a minimização da problemática da água em um futuro próximo.

Como exemplos bem sucedidos de captação de água no semiárido, temos o Programa Um Milhão de Cisternas, que tem por objetivo construir 1 milhão de cisternas, beneficiando cerca de cinco milhões de pessoas, o principal objetivo dessa tecnologia é disponibilizar água para beber e cozinhar. Outro exemplo é o P1+ 2, o P1 significa terra para produção, o 2 corresponde a dois tipos de água, a potável, para consumo humano, e água para produção de alimentos. O objetivo do programa é promover a soberania, a segurança alimentar e nutricional e a geração de emprego e renda às famílias agricultoras, através do acesso e manejo sustentável da terra e da água para produção de alimentos. Por isso, tem-se na captação de água de chuva uma alternativa para o desenvolvimento social e econômico desta região.

Foi observado que apenas 33,4% das famílias fazem armazenamento de água em cisternas (Figura 3). A convivência do homem com o semiárido brasileiro tem sido um dos maiores desafios dos últimos cem anos, não por falta de tecnologias, conhecimentos ou obras dirigidas, mas sim pela falta de políticas públicas de incentivos à produção e difusão de soluções práticas, específicas para os grupos familiares. Mas apartir de

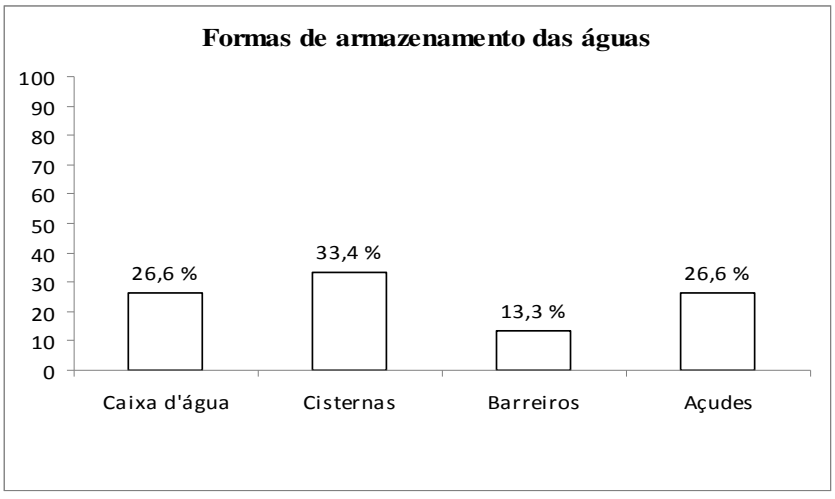


Figura 3. Formas de armazenamento das águas

2000, o governo federal, por meio da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), criou o "Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC". Esse programa tem como objetivo principal a construção de 1 milhão de cisternas, procurando beneficiar aproximadamente 5 milhões de pessoas que convivem com o problema da escassez de água. As outras fontes de armazenamento tais como caixa d'água, barreiros e açudes apresentam também grande importância no meio rural, alguns recebem críticas em relação à pequena capacidade de armazenamento, exemplo disso é a caixa d'água e os barreiros, já os açudes recebem críticas devido a alta evaporação e infiltração, fazendo com que grandes quantidades de água sejam perdidas e por não garantir um suprimento de água para todas as famílias da zona rural, principalmente aquelas que moram distantes desses reservatórios.

Embora à captação e o armazenamento de águas de chuva se mostrem uma solução interessante, se faz necessário a criação de um sistema que garanta também a qualidade da água que será consumida pelos usuários desse sistema. Segundo Andrade Neto (2003), a proteção sanitária de cisternas rurais para o abastecimento doméstico é relativamente simples, requerendo, basicamente, cuidados como o desvio das primeiras águas das chuvas, a tomada d'água por tubulação e o manejo adequado, sendo que esta última depende muito do nível de informação a que o usuário tem acesso sobre o tema.

CONCLUSÕES

Apesar da irregularidade na distribuição espacial e temporal da precipitação pluvial no município, 40% dos entrevistados não fazem captação de água das chuvas, e apenas 33,4% das famílias fazem armazenamento de água em cisternas. Uma maior quantidade de cisternas no local proporcionaria uma maior captação e armazenamento de água, consequentemente, isso facilitaria a aquisição desse recurso natural tão necessitado.

A deficiência na captação e no armazenamento de água da chuva agrava o "drama" social da população rural, por não dispor de água durante as estiagens que possam suprir as necessidades básicas das famílias. Esse alto valor expressa a deficiência de ações que visem minimizar os efeitos de ameaças climáticas, como a seca recorrente nessa região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aesa. Agência executiva de gestão das águas do estado da Paraíba. Dados Pluviais. 2006. Disponível em: (http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/index.php) Acesso em 15 de Junho de 2012.

Andrade Neto, C.O. Segurança Sanitária das Águas de Cisternas Rurais. In: IV Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Petrolina –PE. Jul. 2003. 8 p.

Cabral, J.J.S.P.; Santos, S.M. Água Subterrânea no Nordeste Brasileiro. In: O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas. Editora Universitária, Recife – PE, 1 ed., p. 65-104. 2007.

Cunha, A. M.S.; Araújo, A, M. S. Estatística Aplicada à Educação. Fortaleza-CE: Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2000.

Cprm. Diagnóstico do município de Taperoá, Paraíba/ Orgs. João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Morais, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005, 10 p.

Instituto brasileiro de geografia e estatística – Ibge. Histórico de Taperoá – PB. Disponível em: (http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=251650#.) Acesso em 15 de Junho de 2012.

Gnadlinger, J. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semi-áridas. In: KÜSTER, Ângela; MARTÍ, Jaime Ferre; MELCHERS, Ingo (Org.). Tecnologias apropriadas para Terras Secas: manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTS, 2006.

Lassance Junior, A. E.; Pedreira, J. S. Tecnologias sociais e políticas públicas. In: Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. 116p. Disponível em: <http://www.rts.org.br/publicacoes/arquivos/tecnologia_social_uma_estrategia__desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 11 de Junho de 2012.

Lima, A.E.F; Silva, D.R; Sampaio, J.L.F. As Tecnologias sociais como estratégia de convivência com a escassez de água no semiárido cearense. Conex. Ci. e Tecnol. Fortaleza/CE, v. 5, n. 3, p. 9-21, nov. 2011.

Neves, J. L. Cadernos de Pesquisas em Administração. São Paulo, v- 1, nº 3, 1996.

Silva, D. R.. Buscando água: as estratégias de convivência com a escassez de água no assentamento Serra das Moças e dos Caboclos – Parambu – Ceará. 2008. 155f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

ABASTECIMENTO E DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO ENTORNO DA BACIA HIDRÁULICA DO AÇUDE MANOEL MARCIONILO, TAPEROÁ-PB

André Aires de Farias[1], Telma Lucia Bezerra Alves[2], José Thyago Aires Souza[3], Franklin Gomes Correia[4] & João Miguel Moraes Neto[5]

Resumo: Objetivou-se analisar as formas de abastecimento hídrica e sua disponibilidade para uso humano e animal no entorno da bacia hidráulica do açude Manoel Marcionílo, município de Taperoá-PB. Esta pesquisa foi realizada através de uma pesquisa quali-quantitativa. Os questionários foram aplicados a 10% das famílias residentes no entorno da bacia hidráulica do açude Manoel Marcionilo. Para calcular e gerar os gráficos foi utilizado o Microsoft Excel. Também foi realizado um trabalho de campo, que teve por finalidade fazer um reconhecimento geral da área, onde foram descritos aspectos referentes à captação e ao armazenamento no local. Foi observado que o abastecimento domiciliar é feito principalmente por animais 73,3%, a ausência do abastecimento feito por carros-pipa ou encanada pode comprometer a qualidade da água. Apenas 20% fazem racionamento de água permanentemente e a água das fontes só permitem abastecimento humano e animal durante todo o ano para 53,4% e 46,6% dos entrevistados, respectivamente.

Palavras-chave: Abastecimento, Disponibilidade hídrica, Bacia hidráulica.

INTRODUÇÃO

No que se refere ao Nordeste Brasileiro, verifica-se ao longo do ano um período curto de 3 a 4 meses com precipitações pluviométricas e um período longo, geralmente chamado de período de estiagem, sem precipitação, apresentando alta capacidade de evapotranspiração durante todo ano, caracterizando um clima semiárido. O semiárido nordestino se destaca pelas precipitações médias anuais muito irregulares e grande variabilidade espacial. As médias de precipitações pluviométricas podem variar de 200 a 700 mm por ano, não tão pequenas se comparadas com outras regiões semiáridas do mundo, no entanto as temperaturas são muito elevadas, as perdas por evapotranspiração são acentuadas e é o semiárido com maior densidade populacional do mundo evidenciando a necessidade, do ponto vista social, de estudar formas melhores de convivência com a escassez hídrica (Cabral & Santos, 2007).

Em consequência da má distribuição de chuvas no tempo e no espaço, há localidades que arcam com os efeitos da estiagem. No meio rural a maior parte da população é abastecida por cisternas, barreiros/pequenas barragens, açudes, tanques naturais, dentre outras fontes, fazendo com que, para algumas comunidades, desprovidas de infra-estrutura de captação/armazenamento, a água possa estar localizada a quilômetros de distância das residências, implicando em longas caminhadas e muito esforço físico para carregar. O transporte da água, nesses casos, é feito em lombo de animais e/ou latas de água carregadas na cabeça pela população pobre. Em muitas delas, as comunidades são obrigadas a caminhar longas distâncias em busca de água, elas não contam com serviços de água canalizada, portanto necessitam buscá-la in situ.

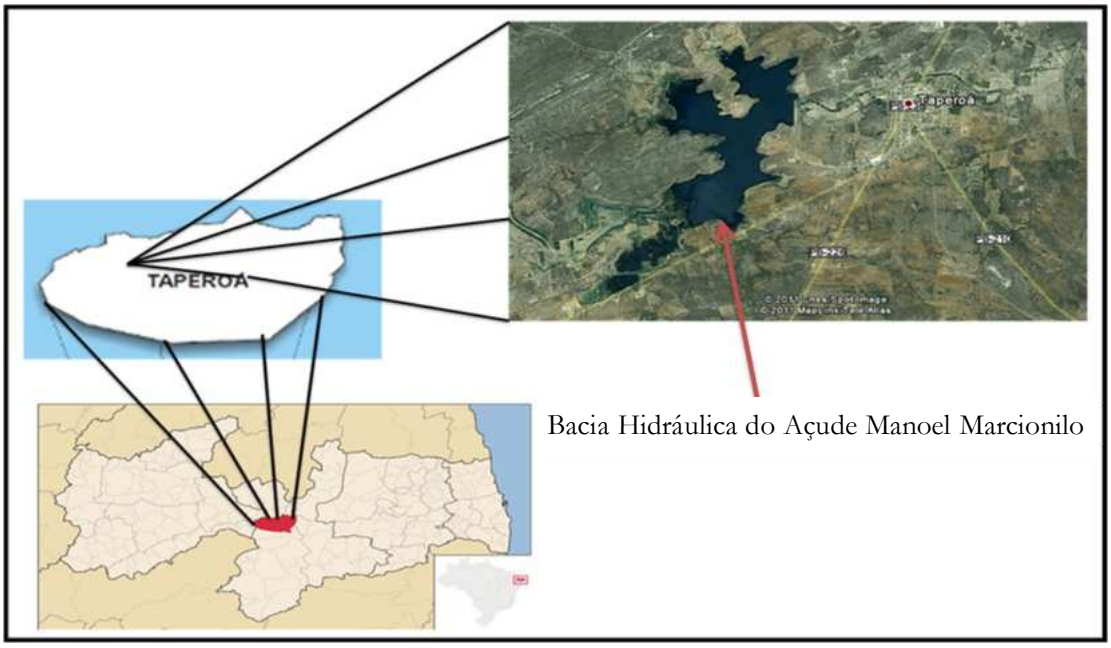
O abastecimento de água tem uma significativa participação na qualidade de vida das comunidades. Nas áreas de secas frequentes, particularmente, a questão é mais grave, tendo em vista que se somam os problemas advindos da pequena disponibilidade hídrica e os de gestão da água existente, que estão associados às formas de captação e armazenamento, para suprir as necessidades da população e oferecer melhores condições de vida em momentos de escassez hídrica.

[1] Lic. em Ciências Agrárias/UEPB, Mestre em Recursos Naturais e Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais/UFCG. e-mail: andreaires61@hotmail.com
[2] Geógrafa, Mestre em Recursos Naturais e Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais/UFCG
[3] Graduando em Agroecologia /UEPB
[4] Graduando em Engenharia Agrícola /UFCG
[5] Professor do Departamento de Engenharia Agrícola/UFCG

Diante do exposto, objetivou-se analisar as formas de abastecimento hídrica e sua disponibilidade para uso humano e animal no entorno da bacia hidráulica do açude Manoel Marcionílo, no município de Taperoá-PB.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Taperoá localiza-se na região central do Estado da Paraíba, Mesorregião Borborema e Microrregião Cariri Ocidental (Figura 1). A sede municipal situa-se a uma altitude de 532 metros (Cprm, 2005). A população do município de Taperoá é de 14.936 habitantes, sendo 8.939 na zona urbana e 5.997 na zona rural (Ibge, 2012).



Fonte: AESA, 2006

Figura 1. Localização da área de estudo

O município de Taperoá encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Paraíba, sub-bacia do rio Taperoá, onde apresenta fortes limitações, pois a qualidade e quantidade das águas são atenuadas pela alta evaporação (Duarte, 2008).

De acordo com a classificação de Koppen no município de Taperoá, predomina o clima do tipo Bsh: semiárido quente, que abrange a área mais seca do Estado**.** Nos seus aspectos climáticos, a região está caracterizada por chuvas concentradas em um único período (3 a 5 meses), variando as médias anuais de 400 a 800 mm. As temperaturas médias anuais são elevadas (23 a 27ºC). A insolação apresenta média anual de 2.800 h/ano, a umidade relativa média anual é de 50% e a evaporação média anual é de 2.000 mm/ano (Lima & Rodrigues, 2005).

A vegetação da área de estudo é praticamente uniforme. Uma das características da área é a grande densidade de cactáceas que se intercalam a árvores típicas, algumas das quais se repetem com frequência, como a jurema, o pereiro e a catingueira. Algumas árvores apresentam uma distribuição mais esparsa, como a favela, o umbuzeiro, o mulungu e o juazeiro. Já a vegetação de ervas e arbustos rasteiros ocorre com maior intensidade no período chuvoso com a ocorrência de espécies como a malva, o mela bode, ervanço, marmeleiros e velames. Dentre as espécies arbóreo-arbustivas que preservam as folhas o ano inteiro, destaca-se o juazeiro.

A economia da região é caracterizada pela agricultura de baixa produtividade e pecuária extensiva. As principais culturas são feijão, milho e palma. Já na pecuária, observa- se mudança gradual da pecuária bovina

para a pecuária ovina e caprina, esta última, devido em grande parte aos programas do leite existentes na região.

Este trabalho foi realizado através de uma pesquisa quali-quantitativa. A pesquisa qualitativa costuma ser direcionada ao longo de seu desenvolvimento, não buscando enumerar ou medir eventos, e onde o pesquisador frequentemente procura entender os fenômenos, segundo as perspectivas dos participantes da situação estudada, enquanto a abordagem quantitativa, de modo geral procura seguir com rigor um plano previamente estabelecido, ou seja, baseia-se em hipótese claramente indicadas e variáveis que são objetos de identificação operacional (Neves, 1996).

Para composição da amostra foi escolhido intencionalmente o grupo de elementos, caracterizando, portanto, uma amostragem probabilística intencional (Cunha & Araújo, 2000).

Os questionários foram aplicados a 10% das famílias residentes no entorno da bacia hidráulica do açude Manoel Marcionilo. Para calcular e gerar os gráficos foi utilizado o Microsoft Excel. Também foi realizado um trabalho de campo, que teve por finalidade fazer um reconhecimento geral da área, onde foram descritos os aspectos referentes à captação, armazenamento e a disponibilidade desses recursos hídricos para uso humano e animal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que o abastecimento domiciliar é feito principalmente por animais 73,3%, facilmente são encontrados animais fazendo o transporte de água dos açudes, barreiros e cacimbas até as casas, e 26,7% fazem através de latas, onde essa água é transportada na maioria das vezes na cabeça e realizada pelas mulheres e crianças, nenhum dos entrevistados faz o transporte para suas residências com carros-pipa ou a tem encanada (Figura 2A). A ausência do transporte em carros-pipa ou encanada exige que crianças e mulheres realizem um esforço físico muito grande e o meio de abastecimento pode comprometer a qualidade da água, no abastecimento realizado por animais e por latas não é feito nenhum tratamento que vise sua melhoria, sendo a água utilizada da mesma forma que chega às residências.

Em períodos de crise total dos mananciais, existem em alguns locais, programas de abastecimento com carros-pipa, estes utilizam as cisternas como reservatórias para atender às comunidades mais críticas. A água utilizada pela população não passa por qualquer controle de qualidade, e as fontes de captação, em geral, não oferecem garantia de atendimento contínuo.

Apenas 20% fazem racionamento de água permanentemente (Figura 2B). Esse baixo índice de racionamento influi diretamente nas necessidades que eles passam por ano, visto que a maioria das fontes secam nas estiagens, entre os meses de Julho e Janeiro as chuvas são praticamente inexistentes e as necessidades hídricas são muito grandes, seja para uso humano ou animal, com isso a população precisa andar quilômetros para obter água, essas fontes são utilizadas simultaneamente para abastecimento humano e animal.

Antes de tudo, o racionamento de água, trata-se de criar um processo duradouro de conscientização e promover campanhas educativas, que contribuam para consolidar atitudes mais proativas da população urbana e rural em favor da sustentabilidade ambiental. A finalidade das iniciativas de gerenciamento dos recursos hídricos é lograr um equilíbrio entre oferta e demanda. Isto e, identificar e captar recursos da natureza de forma que possam cobrir a demanda atual da sociedade assim como as expectativas futuras.

Essa forma de gerir os recursos hídricos, que busca a adequação da demanda a oferta, pode ser definida como uma estratégia para melhorar a eficiência e o uso sustentável da agua, levando em conta os aspectos econômico, social e ambiental. Os momentos de crise da relação oferta-demanda deveriam se constituir em oportunidades para se pensar sobre a disponibilidade dos recursos naturais a longo prazo, já que colocam, no momento atual, questões do futuro.

A. B.

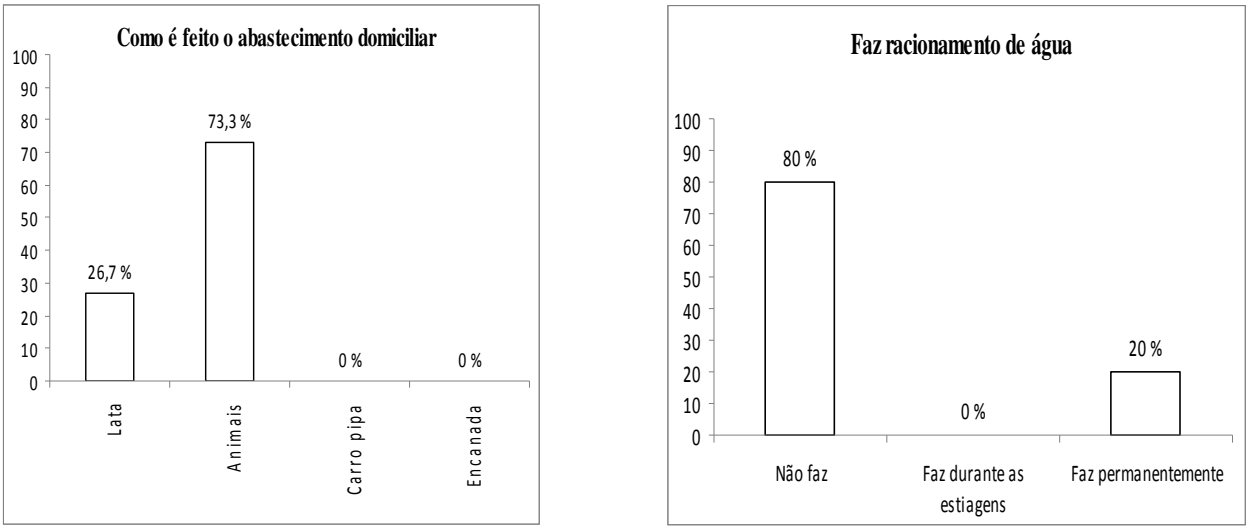


Figura 2. (A) Como é feito o abastecimento domiciliar. (B) Faz racionamento de água

Para 53,4% dos entrevistados, a água das fontes permite abastecimento humano durante todo o ano e 46,6% disseram que não (Figura 3A). Esse alto percentual de pessoas que não tem água durante todo o ano precisam procurar outras fontes para realizar o abastecimento, como a capacidade de armazenamento das fontes são pequenas, eles secam rapidamente e quando essas fontes secam as pessoas recorrem a cacimbas, poços artesianos e ao açude Manoel Marcionilo, mas as fontes como cacimbas e poços artesianos geralmente tem águas salinas, o que as torna praticamente sem muita utilização.

A falta de sistemas de abastecimento de água nessa região contribui para que a população procure outras fontes alternativas para seu consumo, que nem sempre são confiáveis do ponto de vista sanitário.

Com relação ao abastecimento animal, 53,4% afirmaram que as águas das fontes não permitem abastecimento animal durante todo o ano (Figura 3B). O homem do campo enfrenta muitos problemas com relação à agua, primeiramente, os pequenos proprietários não tem grandes açudes, que possam armazenar uma quantidade de água para passar de um ano ao outro sem passar necessidades, a maioria das fontes só duram até junho, o problema não é a quantidade de chuva que cai e sim formas de armazenamento, os pequenos açudes, lagoas e

A. B.

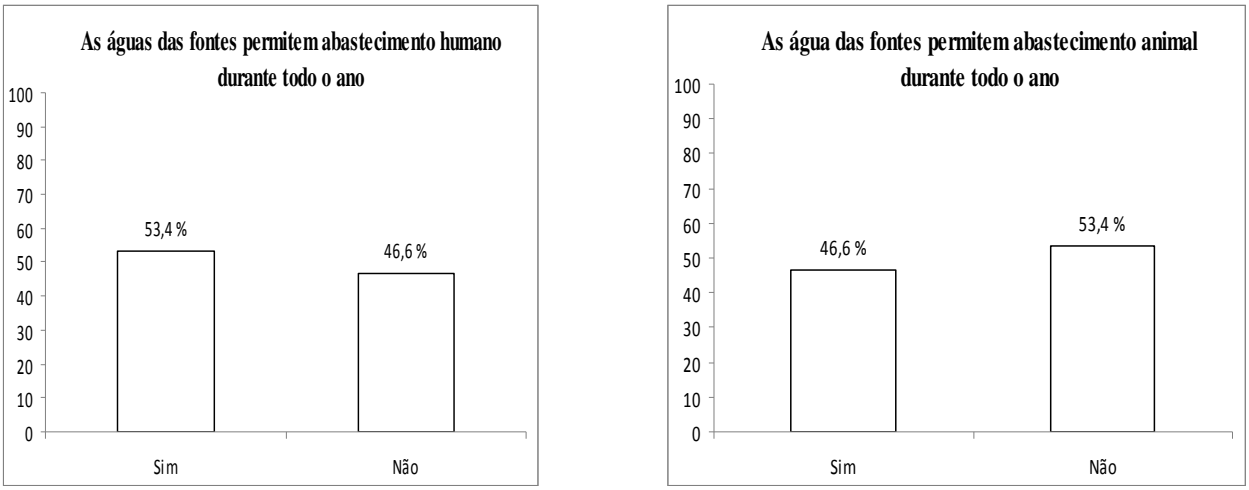


Figura 3. (A) As águas das fontes permitem abastecimento humano durante todo o ano. (B) As águas das fontes permitem abastecimento animal durante todo o ano

barreiros secam rapidamente, com isso os animais precisam se deslocar de um local a outro para "matarem" a sede e nos anos de "seca", a situação ainda é pior, muitos morrem sem alimentos e sem água. A ausência de chuvas, mais conhecidas como as "secas", podem ocorrer sob a forma de drástica diminuição ou de concentração espacial e/ou temporal da precipitação pluviométrica anual. Quando ocorre uma grande seca a produção agrícola se perde, a pecuária é debilitada ou dizimada e as reservas de água de superfície se exaurem. Nessas condições, as camadas mais pobres da população rural tornam-se inteiramente vulneráveis ao fenômeno climático.

A irregularidade das chuvas e a baixa capacidade de armazenar os recursos hídricos comprometem a sustentabilidade da agricultura de sequeiro e da exploração dos rebanhos, que sofrem duras perdas nos períodos mais críticos, pois ao longo dos anos não se construiu uma infra-estrutura para a convivência com o semiárido e nem foram criadas políticas públicas para o desenvolvimento sustentável com a diminuição dos riscos e consequentemente com a redução das vulnerabilidades.

A disponibilidade de recursos hídricos, além de fundamental para o enfrentamento de uma estiagem prolongada, permite a fixação do homem no campo diminuindo assim o êxodo rural e a fome. A limitação da infra-estrutura hídrica potencializa a vulnerabilidade às secas, principalmente das populações mais pobres.

CONCLUSÕES

Foi observado que o abastecimento domiciliar é feito principalmente por animais 73,3%, a ausência do abastecimento feito por carros-pipa ou encanada pode comprometer a qualidade da água. Apenas 20% fazem racionamento de água permanentemente e a água das fontes só permitem abastecimento humano e animal durante todo o ano para 53,4% e 46,6% dos entrevistados, respectivamente.

Esses resultados tem influência direta nas necessidades que eles passam por ano, visto que a maioria das fontes secam nas estiagens, entre os meses de Julho e Janeiro as chuvas são praticamente inexistentes e as necessidades hídricas são muito grandes, seja para uso humano ou animal, com isso a população precisa andar quilômetros para obter água, essas fontes são utilizadas simultaneamente para abastecimento humano e animal.

Diferentemente do que aconteceu em 1998, onde o semiárido nordestino foi castigado por uma seca de severas proporções, onde existiam saques a supermercados, frentes de emergência e ocupação de prefeituras, hoje o nordeste passa por diversos problemas referentes à estiagem, mas as consequências são menores, devido em grande parte as atividades agropecuárias complementadas com programas assistenciais dos governos municipal, estadual e federal. A população rural do nordeste está aprendendo a conviver com o semiárido, atividades como armazenamento de água e alimentos para a população e para os animais são extremamente importantes no enfrentamento de uma estiagem, ações como a construção de cisternas do Programa Um Milhão de Cisternas e do Programa Uma Terra e Duas águas se tornam cada vez mais importantes, é preciso investir em tecnologias de convivência com o semiárido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aesa. Agência executiva de gestão das águas do estado da Paraíba. Dados Pluviais. 2006. Disponível em: (http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/index.php) Acesso em 15 de Junho de 2012.

Cabral, J.J.S.P.; Santos, S.M. Água Subterrânea no Nordeste Brasileiro. In: O uso sustentável dos recursos hídricos em regiões semi-áridas. Editora Universitária, Recife – PE, 1 ed., p. 65-104. 2007.

Cunha, A. M.S.; Araújo, A, M. S. Estatística Aplicada à Educação. Fortaleza-CE: Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2000.

Cprm. Diagnóstico do município de Taperoá, Paraíba/ Orgs. João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Franklin de Morais, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005, 10 p.

Duarte, S. M. A. O desastre da Desertificação no município de Taperoá, Estado da Paraíba, Brasil. 2008, 238f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB. 2008.

Instituto brasileiro de geografia e estatística – Ibge. Histórico de Taperoá – PB. Disponível em: (http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=251650#.) Acesso em 15 de Junho de 2012.

Lima, J.R.; Rodrigues, W. Estratégia de combate à desertificação. Módulo 18. Campina Grande: UFCG/ABEAS, 2005, 55p.

Neves, J. L. Cadernos de Pesquisas em Administração. São Paulo, v- 1, nº 3, 1996

CONDIÇÕES DO SANEAMENTO BÁSICO E SUA REPERCUSSÃO NA SAÚDE PÚBLICA NO ESTADO DA PARAÍBA: ALGUMAS REFLEXÕES

Suellen Silva Pereira[1], Rosires Catão Curi[2],
Telma Lúcia Bezerra Alves[3] & Laíse do Nascimento Cabral[4]

Resumo: O saneamento básico corresponde aos serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento dos dejetos gerados pela população, sendo um potencial indicador das condições inerentes à saúde pública. Neste contexto, o presente estudo objetivou expor as condições do Estado da Paraíba quanto a esta temática. Com base em um levantamento bibliográfico e análise de dados estatísticos, observou-se que a ausencia de tratamento adequadona água que se é consumida pela população, assim como a inexistência ou ineficiência nos serviços de esgotamento sanitário, como a coleta e tratamento de esgotos e efluentes, podem repercutir diretamete na saúde da população, fazendo-se necessário, por parte do poder público, maiores investimentos na área em foco com vista na melhoria da qualidade de vida.

Palavras-chave: abastecimento de água, esgotamento sanitário, patologias hídricas.

INTRODUÇÃO

A superfície da Terra tem cerca de 70% cobertos por água, estimando-se seu total em cerca de 1,35 bilhão de quilômetros cúbicos. De acordo com Nogueira (2007), cerca de 97,4% dessa água é salgada e está nos oceanos, e, portanto, somente 2,6% é doce, sendo que deste total 1,979% encontram-se nas geleiras e apenas o percentual de 0,621% está disponível no subsolo (0,59%) na atmosfera (0,001%) e nos corpos d´água da superfície, isto é, rios e lagos (0,03%). A maior parte, portanto, dessa pequena parcela de 0,621%, ou seja, 95% dela, está no subsolo como água subterrânea.

Em que pese a situação privilegiada do Brasil, país que detém cerca de 12% de toda a água doce disponível no planeta destinada ao consumo humano, irrigação e atividades industriais, graves problemas o afligem, relacionados à distribuição irregular dos recursos hídricos e o desperdício presente em todos os níveis da sociedade (ANA, 2002 apud Machado, 2003). Ainda de acordo com Machado (op. cit.):

> 70% da água brasileira encontra-se na região Norte, onde está situada a bacia amazônica e vivem apenas 7% da população; a região Sudeste, que tem a maior concentração populacional (42,63% do total brasileiro), dispõe de apenas 6% dos recursos hídricos, e a região Nordeste, que abriga 28,91% da população dispõe apenas de 3,3%. Portanto, apenas 30% dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para 93% da população. Além disso, a água doce no Brasil está também ameaçada pelo crescimento da população e da ocupação desordenada do solo, do desenvolvimento industrial e tecnológico, que vêm acompanhados de poluição, erosão, desertificação e contaminação do lençol freático.

Em se tratando especialmente da região Semiárida brasileira, como é caso do presente estudo, que busca ressaltar aspectos relacionados ao abastecimento de água e a saúde pública no estado da Paraíba, há que se

[1] Geógrafa (UEPB). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA UFPB/UEPB). Doutoranda em Recursos Naturais (UFCG) e em Geografia (UFPE). Bolsista CNPq. Rua Maria do Carmo Nóbrega, 60, Três Irmãs, cep: 58423-173, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: suellenssp@hotmail.com
[2] Docente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFCG e de Recursos Naturais da UFCG. E-mail: rosirescuri@yahoo.com.br
[3] Doutoranda em Recursos Naturais (UFCG). Bolsista CNPq. E-mail: telmaluciax@hotmail.com
[4] Especializanda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (FURNE/UEPB). E-mail: laisedonascimentocabral@hotmail.com

ressaltar o problema relacionado à qualidade das águas que deverão abastecer uma grande população (Vieira, 1996; Lócio, 1992[5]). De acordo com Ribeiro (2008) a falta de água ou água de má qualidade geram problemas de saúde. Milhões de mortes são associadas à água todos os anos. Ressalta-se que há muita divergência entre organismos que divulgam dados sobre o total de mortes relacionadas á água, mas todos concordam que elas ultrapassam 2 milhões por ano, número bastante elevado, sendo as crianças as principais vítimas.

Definida atualmente como *commoditie*, ou seja, uma mercadoria de valor e que deve, portanto, ser comercializada, a água passou a ser o centro das atenções em todos os foros ambientais. Todo esse cenário é decorrente da diminuição da oferta desse líquido vital, o que pode tornar toda a população mundial bastante vulnerável quanto a sua disponibilidade para consumo (Gomes, 2004). Diante do contexto, particularmente na região em foco, a postura de tratar a água como *commoditie* deve se consolidar ainda com maior relevância, sendo fundamental o monitoramento de sua qualidade e disponibilidade, levando em consideração as seguintes prioridades: saúde humana, segurança e o bem estar da população, da biota, das condições sanitárias e a qualidade dos recursos ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho, recorreu-se a uma pesquisa de gabinete, através de levantamentos bibliográficos e documentais referentes à temática em estudo, buscando em livros, periódicos eletrônicos, relatórios institucionais, a fundamentação necessária para as discussões ora propostas. Dessa forma, a presente pesquisa se caracteriza por ser uma Pesquisa Descritiva, tendo esta à intenção de ressaltar aspectos relacionados ao abastecimento de água e a saúde pública no estado da Paraíba, através de breves reflexões sobre a temática em foco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água constitui-se em elemento essencial à vida. O acesso à água de boa qualidade e em quantidade adequada está diretamente ligado à saúde da população, contribuindo para reduzir a ocorrência de diversas doenças. O serviço de abastecimento de água através de rede geral caracteriza-se pela retirada da água bruta da natureza, adequação de sua qualidade, transporte e fornecimento à população através de rede geral de distribuição. Há de se considerar, ainda, formas alternativas de abastecimento das populações (água proveniente de chafarizes, bicas, minas, poços particulares, carros-pipas, cisternas, etc.) (IGBE, 2008). No que se refere a forma que se dá o abastecimento de água no estado da Paraíba, temos a situação dos últimos anos é apresentado na Figura 1.

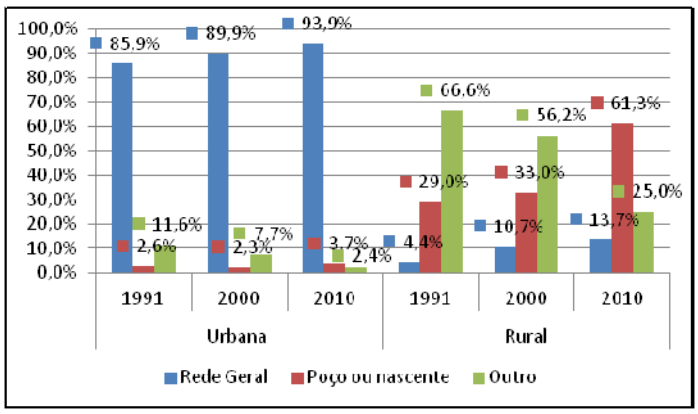


Figura 1. Abastecimento de água nos municípios Paraibanos (1991-2010). Fonte: IBGE (2002, 2010)

[5] Informação disponível em: http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/princip/rechidro.html. Acesso em: 30 de maio de 2012

Tomando por base as informações apresentadas na Figura 1, observa-se que no período correspondente aos anos de 1991 a 2010, houve um acréscimo do percentual de população urbana atendida pela rede geral de abastecimento, podendo este acréscimo também ser percebido na zona rural do estado, sendo a principal fonte de abastecimento, atualmente, da população residente na zona rural a água existente em poços e nascente. As informações coletadas pela Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB 2008 sobre abastecimento de água revelam aspectos relevantes da cobertura deste serviço no Brasil, assim como no Estado da Paraíba, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Serviço de abastecimento de água e tipo de tratamento por municípios

	Municípios							
	Total	Com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição						
		Total	Com existência de tratamento de água				Fluoretação adicionada	Totalmente com água sem tratamento
			Total	Tipo de tratamento				
				Convencional	Não Convencional	Simples Desinfecção (cloração e outros)		
BRASIL	5.564	5.531	5.166	2.817	560	3.005	3.351	365
NORDESTE	1.793	1.772	1.632	851	338	806	576	140
PARAÍBA	**223**	**212**	**195**	**144**	**17**	**59**	**8**	**17**

Fonte: IBGE (2008 – grifo nosso)

Ao analisar os dados presentes na Tabela 1, observa-se que em termos percentuais, o estado da Paraíba apresenta números superiores (7,62%) a média nacional (6,56%) no que se refere a municípios sem nenhum tipo de tratamento de água, ficando abaixo da média da Região Nordeste que é de 7,8%. No que concerne à natureza jurídica das entidades prestadoras do serviço de abastecimento de água no estado em pauta, dos 212 municípios com serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição, 107 são executados pela administração direta do poder público, 05 por autarquias, 01 através de empresas públicas, 170 advém de sociedade de economia mista, 03 são decorrentes de fundação, 51 por associação e 01 município apresenta outra natureza jurídica dos serviços prestados.

Sabe-se que a qualidade da água, assim como dos serviços a ela relacionados, são responsáveis direta e/ou indiretamente pela transmissão de diversas enfermidades, especialmente pela quantidade elevada de doenças de veiculação hídrica. Por este motivo, não basta apenas à água distribuída para a população ser de boa qualidade, os serviços de saneamento básico, a exemplo da coleta e tratamento de esgoto devem estar também a contento, de modo a minimizar os danos à população, principalmente a menos favorecida. De acordo com Tundisi & Tundisi (2009, p. 58):

> Os recursos hídricos poluídos por descargas de resíduos humanos e de animais transportam grande variedade de patógenos, entre eles bactérias, vírus, protozoários ou organismos multicelulares, que podem causar doenças gastrointestinais. Outros organismos podem infectar os seres humanos por contato com a pele ou pela inalação a partir de aerossóis contaminados.

Ainda de acordo com os autores supracitados, as bactérias patogênicas comumente encontradas em água contaminada são: *Shigella, Salmonella, Campylobacter, Escherichia coli* tóxica, *Vibrio* e *Yersinia.*

No que se refere à coleta e tratamento de esgoto sanitário, ressalta-se que 73,09% dos municípios paraibanos possuem o sistema de coleta de esgoto, o que poderia ser considerado um percentual favorável, quando comparado aos percentuais do Nordeste (45,67%) e do Brasil (55,15%). Entretanto, quando o assunto são os municípios que apresentam além da coleta, tratamento dos esgotos, este percentual fica abaixo da média da

região, assim como do país, representando 27,10% dos municípios paraibanos, contra 41,63% dos municípios nordestinos e 51,71% dos brasileiros. Ainda sobre esta temática, registra-se que do total de municípios que apresentam tratamento de esgotos (45 municípios), 36 realizam o tratamento em Estações de Tratamento de Esgoto – ETEs e 30 destes municípios não fazem uso direto do efluente tratado. A Figura 2 apresenta os tipos de esgotamento sanitário correspondente ao período de 1991 – 2010 no estado da Paraíba.

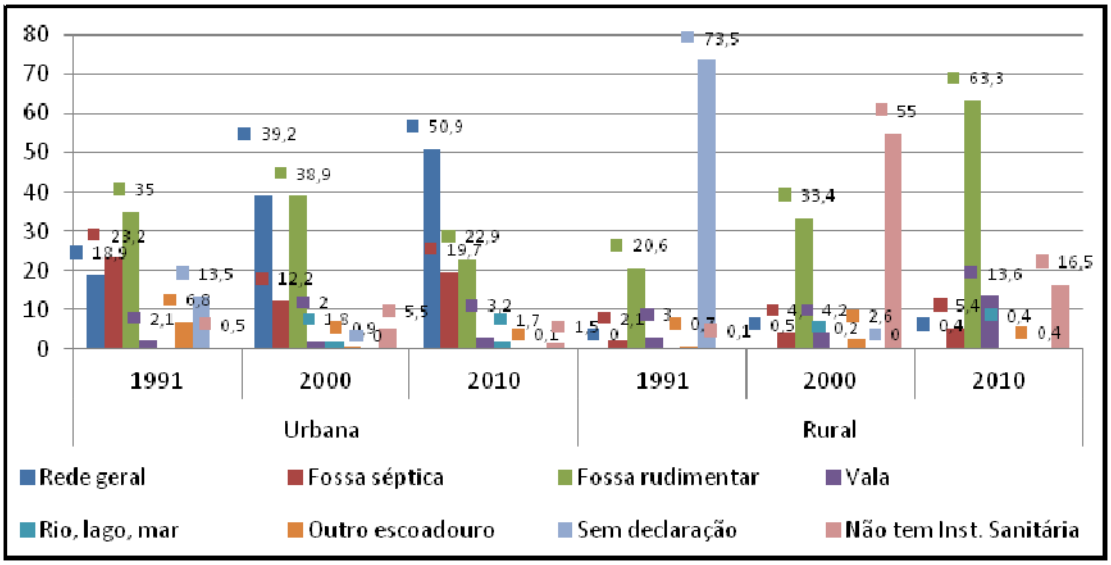


Figura 2. Tipo de esgotamento sanitário no Estado da Paraíba (1991-2010). Fonte: IBGE (2002, 2010)

Os dados acima apresentados ressaltam a necessidade de ampliação dos serviços de esgotamento sanitário no estado da Paraíba, de modo a dotar a população de condições mínimas para a obtenção de uma boa qualidade de vida. É bem verdade que observou-se uma evolução na prestação do atendimento por rede geral, mas apenas 50,9% da população urbana recebiam tais servirços no ano de 2010. Realidade esta bem diferente na zona rural do estado, quando observa-se a maior representatividade de instalação de fossas rudimentares como sistema de coleta dos esgotos sanitários daquela população, perfazendo 63,3% do total no ano de 2010.

A precariedade nesses serviços, no âmbito urbano e rural, prejudicam significativamente a captação e armazenamento das águas pluviais. A qualidade de águas de determinadas barragens subterrâneas foram monitoradas por Costa et. al. (2005), mensalmente por um período de 3 anos, evidenciando a concentração de sal, a presença de *Escherichia coli*, assim como a contaminação por bactérias coliformes decorrentes da ineficiência do saneamento básico.

Os açudes, tanques naturais e as cisternas de placas necessitam de manejo e de medidas de precaução para não serem contaminadas, tendo em vista que são alternativas utilizadas pelas populações rurais, que muitas vezes convivem com o drama da escassez hídrica e não podem ter os ínfimos recursos hídricos comprometidos.

Ponto positivo a ser considerado é a diminuição de residências sem nenhum tipo de instalação sanitária, isto em ambas zonas, sendo esta situação mais perceptível na zona rural quando no ano de 2000 representava 55%, passando em 2010 para 16,5%, uma queda bastante significativa principalmente quando considera-se que, em virtude desse decréscimo, minimiza-se, por conseguinte, as forma equivocadas de disposição dos dejetos gerados pela população. Tal fato pode repercutir diretamente na qualidade da saúde, visto que estes fatores (saneamento básico e qualidade da saúde) estão intrinsecamente relacionados.

De acordo com Nogueira (2007), a qualidade da matéria-prima água, captada em rios e outros corpos d´água, pelo menos na parte mais densamente povoada do país, devido à falta generalizada de estações de tratamento de esgotos e efluentes, vem alterando aceleradamente as características naturais desse recurso, principalmente pela ação humana. Fato este que pode ser associado à realidade do estado da Paraíba, quando

analisado a quantidade mínima de municípios que dispõe de tratamento dos esgotos sanitários, sendo estes lançados, por vezes, *in natura* nos corpos hídricos, promovendo um processo de contaminação nos reservatórios, conforme explicitado por Oliveira et. al. (2001, p.1) ao afirma que:

> O Estado da Paraíba apresenta-se em frágil situação de saúde pública nas várias regiões atingidas pela escassez da água, em decorrência da qualidade da água consumida pela população, sob o ponto de vista químico e microbiológico, além da quantidade insuficiente. Este fato tem se refletido em altos índices de doenças de veiculação hídrica.

Ressalta-se ainda que a relação abastecimento d´água e saúde pública torna-se ainda mais vulnerável quando analisada a camada da população menos favorecida e/ou em situação de risco, visto que nestes locais possuem precárias estruturas físicas, assim como de serviços públicos, a exemplo de canalização de água e rede coletora de esgoto, potencializando os danos e/ou agravos decorrentes da ausência desses serviços para a população local, principalmente para as crianças.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, observa-se que a ausência de tratamento adequado da água que se é consumida pela população, assim como na inexistência ou ineficácia dos serviços de esgotamento sanitário, como a coleta e tratamento do esgoto e efluentes, podem repercutir diretamente na saúde da população. Apesar da ausência de dados estatísticos mais detalhados sobre a ocorrência de doenças relacionadas ausência do saneamento básico no estado da Paraíba, pode-se inferir que, diante dos números apresentados, estando estes relacionados ao acesso da população ao abastecimento de água, bem como aos serviços de coleta e tratamento de esgoto, pode-se apontar uma predisposição para ocorrências de enfermidades decorrentes da prestação de tais serviços, visto que a situação não é diferente quando analisada em âmbito nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Costa, M. R. da.; Cirilo, J. A.; Gunkel, G.; & Montenegro, S. M. G. L. Qualidade da água em fontes superficiais e subterrâneas no semiárido brasileiro. Berlim, 2005.

Gomes, M. A. F. a importância das águas superficiais e subterrâneas no diagnóstico ambiental. In: HAMMES, V. S. (Edit. Téc.). Ver – percepção do diagnóstico ambiental. Volume 3. 2 ed. São Paulo: Globo; Embrapa, 2004, p. 30-34.

Ibge, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – IDS 2002. Disponível em: < http://pt.scribd.com/zenonada/d/6944615-Indicadores-de-to-Sustentavel-Brasil-2002-IBGE. Acesso em: 30 de maio de 2012.

Ibge, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – IDS 2010. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf. Acesso em: 30 de maio de 2012.

Ibge, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008.

Machado, C. J. S. Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios. In: Revista Ambiente & Sociedade – Vol. VI nº. 2 jul./dez. 2003.

Nogueira, P. F. Falta d´água: a solução vem do céu. In: HAMMES, V. S. (Edit. Téc.). Agir – percepção da gestão ambiental. Volume 5. 2 ed. São Paulo: Globo; Embrapa, 2007, p. 116-124.

Oliveira, R. C. G., et. al. Avaliação do uso da água dessalinizada na comunidade Pedra D'água no cariri paraibano. In: Anais... 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 16 a 21 de setembro de 2001, João Pessoa/PB. Disponível em: http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/brasil/ii-214.pdf. Acesso em: 05 de junho de 2012.

Ribeiro, W. C. Geografia política da água. São Paulo: Annablume, 2008.

Tundisi, J. G. & TUNDISI, T. M. A água. 2 ed. São Paulo: Publifolha, 2009.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM ÁREAS URBANAS: ANALISANDO A SITUAÇÃO DO ESTADO DA PARAÍBA

Suellen Silva Pereira[1], Rosires Catão Curi[2],
Telma Lúcia Bezerra Alves[3] & Laíse do Nascimento Cabral[4]

Resumo: Este trabalho tem como objetivo apresentar os aspectos relacionados ao manejo das águas pluviais no Estado da Paraíba. Por meio de uma revisão bibliográfica e análise de dados disponíveis em órgãos oficiais e creditados, foi possível vislumbrar a situação atual dos espaços urbanos. Observou-se que os centros urbanos apresentam potencial para captação de águas pluviais, especialmente no caso do Estado da Paraíba, aqueles municípios nos quais os índices pluviométricos são mais elevados. É importante também a adoção de outras estratégias de manejo e drenagem dessas águas como forma de evitar alagamentos em vias públicas, assim como minimizar os danos em áreas consideradas de riscos em virtude, principalmente, da ausência de drenagem de águas pluviais.

Palavras-chave: Água pluviais, manejo, centros urbanos.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água potável para consumo humano vem se configurando em um dos grandes problemas ambientais, haja visto o uso insustentável deste recurso nos mais diversos setores que dependem deste bem para seu desenvolvimento, inclusive o uso doméstico.

Sabe-se que a escassez de recursos hídricos vem se acentuando na medida em que o incremento tecnológico, através da Revolução Industrial, aliado ao crescimento populacional, aumentou a demanda de produção e consumo, exigindo cada vez mais a utilização desse recurso, e, por conseguinte, acentuando a poluição dos corpos hídricos.

Neste contexto, observa-se que quanto maior as aglomerações humanas, maiores são também o problema de abastecimento de água da população, fazendo-se necessário a implantação de programas específicos para a captação de água de chuva em áreas urbanas, como forma de garantir uma reserva hídrica, principalmente para fins não potáveis.

Assim sendo, o presente trabalho tem como objetivos analisar a importância e viabilidade do manejo de águas pluviais, analisando para tanto o estado da Paraíba, através dos seus índices pluviométricos, assim como de dados oficiais disponibilizados por pesquisas nacionais, a exemplo do Censo Demográfico 2010 e da Pesquisa de Saneamento Básico 2008.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi desenvolvida uma pesquisa teórica, baseada no levantamento bibliográfico, contemplando livros, anais e periódicos, além de dados oficiais correlatos ao assunto, analisando-os de forma crítica, na busca de estabelecer as interfaces entre os temas. Utilizando para tanto dados oficiais do Censo Demográfico 2010, Pesquisa de Saneamento Básico 2008, além de informações do estado da Paraíba, disponíveis em sites de instituições relacionadas ao Governo do Estado.

[1] Geógrafa (UEPB). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA UFPB/UEPB). Doutoranda em Recursos Naturais (UFCG) e em Geografia (UFPE). Bolsista CNPq. Rua Maria do Carmo Nóbrega, 60, Três Irmãs, cep: 58423-173, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: suellenssp@hotmail.com
[2] Docente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFCG e de Recursos Naturais da UFCG. E-mail: rosirescuri@yahoo.com.br
[3] Doutoranda em Recursos Naturais (UFCG). Bolsista CNPq. E-mail:telmaluciax@hotmail.com
[4] Especializanda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (FURNE/UEPB). E-mail:laisedonascimentocabral@hotmail.com

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evolução urbana do estado da Paraíba

De acordo com o último Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE no ano de 2010, o Estado da Paraíba possui 3.766.528 habitantes, distribuídos em 56.469,466 km^2 de área, o que corresponde a uma densidade demográfica de 66,70 habitantes/km^2, sendo estes distribuídos em seus 223 municípios (IBGE, 2010). Ainda é possível observar que, em relação ao Censo Demográfico do ano de 2000, a população paraibana cresceu 8,7%, o que corresponde, em números absolutos, a um aumento de 327.184 habitantes. Tomando por base a população da Região Nordeste, a qual o estado da Paraíba integra, este ocupa a 5ª colocação no que se refere aos estados mais populosos da região.

Quando analisada a participação da população paraibana na população brasileira, observa-se que esta vem entrando em declínio nas últimas décadas, haja vista que na década de 1980 esta participação era de 2,31% passando a ser, em 2010 de 1,97%, conforme ressaltado na Tabela 1.

Tabela 1. Participação da população paraibana na população brasileira e taxa de crescimento

Anos	% de Participação na População Brasileira	Taxa de Crescimento % a.a
1980	2,31	1,52
1991	2,17	1,32
1996	2,10	0,66
2000	2,00	0,81
2010	1,97	0,90

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1980/2010

Ao analisar os dados evidenciados na Tabela acima exposta, verifica-se que houve um decréscimo na participação da população paraibana na população brasileira em relação aos dados do ano 2000, como ressaltado anteriormente, chegando esta participação a 1,97% em 2010, fato que vem a demonstrar uma tendência na diminuição na taxa de participação paraibana na população nacional.Ainda de acordo com a Tabela 1, observa-se que houve um ligeiro acréscimo, no que se refere à taxa de crescimento anual da população paraibana, quando comparado os de 2000, que era de 0,81% chegando em 2010 a alcançar a taxa de 0,90%, o que corresponde a um aumento de 0,09% a.a.

Ao analisar a distribuição da população nas áreas rurais e urbanas do Estado da Paraíba, observa-se que esta vem, com maior ênfase na década de 1980, se concentrado nos centros urbanos, o que vem a corroborar com o processo de urbanização vivenciado no Brasil. Como forma de visualizar o processo de evolução da população urbana da Paraíba, a Tabela 2 apresenta os dados da população urbana e rural do Estado.

Pode-se inferir, com base nos dados contidos na Tabela 2, uma total inversão quando comparados os dados populacionais de 1950 (73,3% da população se concentrava na Zona Rural) e 2010 (75,4% da população se concentram na Zona Urbana). Tal inversão ocorreu de forma mais rápida entre os anos de 1980 a 1990, quando mais de cinquenta*por cento* da população paraibana vai estar concentrada nas áreas urbanas do Estado,

Tabela 2. População urbana e rural do estado da Paraíba (1950-2010)

Anos	Total	Urbana	%	Rural	%
1950	1.713.259	456.716	26,7	1.256.543	73,3
1960	2.018.023	708.051	35,0	1.309.972	65,0
1970	2.445.419	1.019.338	41,7	1.426.081	58,3
1980	2.810.032	1.479.705	52,7	1.330.327	47,3
1991	3.200.677	2.051.576	64,0	1.149.101	26,0
2000	3.439.344	2.443.590	71,0	995.754	29,0
2010	3.766.528	2.838.678	75,4	927.850	24,6

Fonte: IBGE – Censo Demográficos 1950/2010

demonstrando a expressividade no processo de urbanização, uma vez que os habitantes da cidade vão superar a população do campo paraibano. Em nível nacional, de acordo com Santos (1993), o processo de urbanização será evidenciado no Brasil a partir de 1940 sendo mais intenso após a Segunda Guerra Mundial, devido ao progresso sanitário, assim como a relativa melhoria na qualidade de vida da população.

Aumenta da demanda e escassez de recursos hídricos

De acordo com Ribeiro (2008) a população concentrada em cidades enfrenta maiores desafios para obter água de boa qualidade. As principais causas da falta desse recurso nesses ambientes são as degradações dos mananciais, vazamento no sistema de distribuição (que em média chega a 20%), e degradação da água subterrânea devido ao contato com material poluidor, como por exemplo, o chorume, líquido de cor preta proveniente da decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos urbanos, que são, na maioria das cidades, dispostos em locais inadequados para estes fins. O referido autor acrescenta ainda que:

> As manchas urbanas exigem muita água para produção do espaço urbano e para suprir as necessidades de seus habitantes. É cada vez mais caro prover água a populações das grandes cidades e das metrópoles. Seus gestores enfrentam dificuldades em manterem seus mananciais e em destinar os resíduos sólidos ou esgotos, os quais acabam contaminando corpos d´água e aquíferos (Ribeiro, op. cit., p.35).

Pelo exposto, quantificar o volume mínimo necessário a uma vida digna passou a ser uma obstinação de muitos autores e organismos internacionais. Conceitos como escassez de água ou estresse hídrico passaram a ser discutidos e estão diretamente relacionados com o consumo mínimo da água necessário a cada ser humano da Terra para prover suas necessidades de reprodução da vida com qualidade, respeitando a diversidade cultural (Ribeiro, 2008, p. 55).

Viabilidade do manejo de águas de chuva em áreas urbanas

Uma alternativa disponível para minimizar a escassez hídrica refere-se ao melhor aproveitamento da água de chuva em áreas urbanas, principalmente, visto que na zona rural já existem tecnologias sendo difundidas para este reaproveitamento, a exemplo das cisternas de placas.

Conforme colocado anteriormente, a escassez de água potável é diretamente proporcional ao aumento de demanda, principalmente em se tratando de áreas urbanas, visto que neste ambiente a acumulação de água da precipitação não se reflete em uma prática usual. A acumulação de água de chuva poderia ser aplicada tanto nas residências, em utilização para fins não potáveis, como uso em descargas, jardins, etc; bem como nas indústrias, podendo este recurso se reverter em uso no próprio processo produtivo.

Para tanto, tomando por base as colações de Oliveira (2008), faz-se necessário à análise da área ao entorno, como medida de observar a existência de poluidores em potencial, e, por conseguinte, contaminação do telhado e da água; assim como verificar a viabilidade de instalação da tecnologia de captação da água de chuva através da área a ser instalada.

Ainda de acordo com o autor supracitado, é indicado captar a água de chuva que escoa nas ruas e pátios, forçando a entrada desta no solo, de modo a realimentar os aquíferos, ou através da construção de poços profundos ou superficiais.

Caracterização pluviométrica do estado da Paraíba

O estado da Paraíba está inserido no semiárido brasileiro, cuja extensão é de quase 1 milhão de quilômetros quadrados, com uma precipitação pluvial, em média, de 700mm/ano. No caso específico do Estado da Paraíba 76,23% dos municípios paraibanos se encontram dentro da região do semiárido, o que equivale a 170 municípios.

No que se refere àscaracterísticas climática do estado da Paraíba, Melo & Rodriguez (2012) informam que o clima tem uma variação de semiárido a sub-úmido seco tropical, caracterizado por apresentar chuvas concentradas em um só período do ano, 3 a 6 meses, com médias anuais entre 250 e 900 milímetros, distribuídas irregularmente no tempo e no espaço. As temperaturas médias anuais são relativamente elevadas, 25 a 27ºC; a insolação média é de 2.800 horas/ano, e umidade relativa do ar é de cerca de 50% e as taxas médias de evaporação estão em torno de 2.000 milímetros/ano. A Figura 1 apresenta o mapa pluviométrico da Paraíba, como forma de melhor observar a distribuição da chuva no estado.

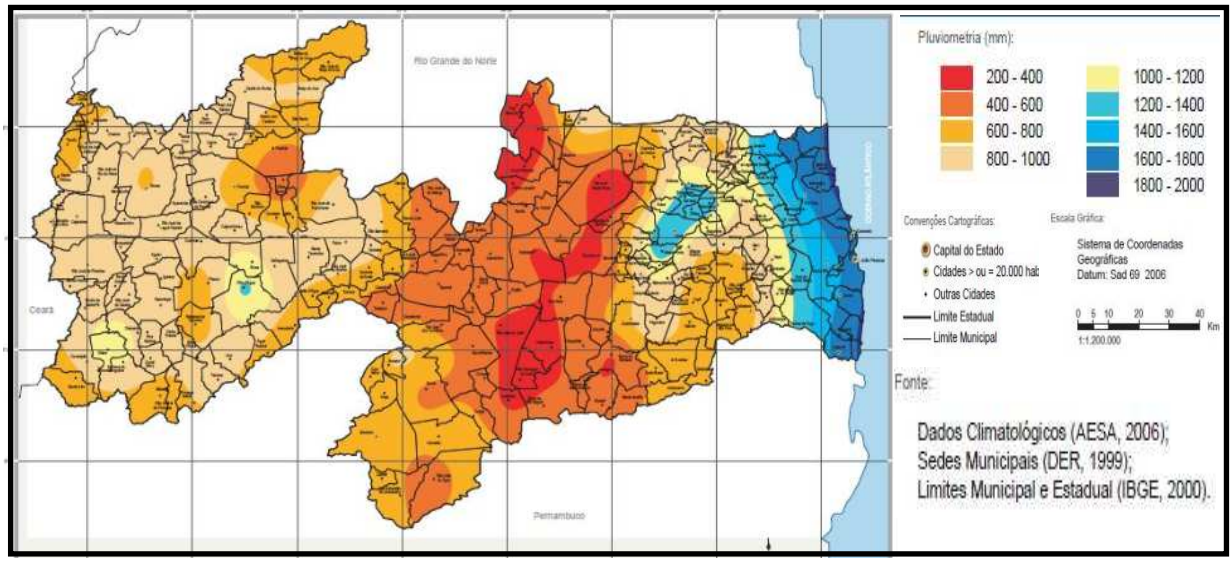


Figura 1. Mapa da pluviometria média anual do estado da Paraíba – 2006. Fonte: Paraíba (2006)

Em se tratando na existência de sistema de drenagem subterrânea nas ruas pavimentadas, de acordo com dados do IBGE (2008), a Paraíba possui 62,78% dos municípios dotados desse sistema. Sendo este valor mais representativo nos municípios que detém até 25% de suas ruas pavimentadas com drenagem subterrânea (88 municípios). Esse percentual aumenta quando se analisa a existência de serviço de manejo de águas pluviais, visto que praticamente 100% dos municípios (222 municípios) dispõem desse serviço, sendo a administração pública municipal a prestadora do serviço em 220 minicípios. Nos outros dois municípios os serviços são executados por autarquias. Os principais pontos de lançamento dos efluentes apresentados na Figura 2.

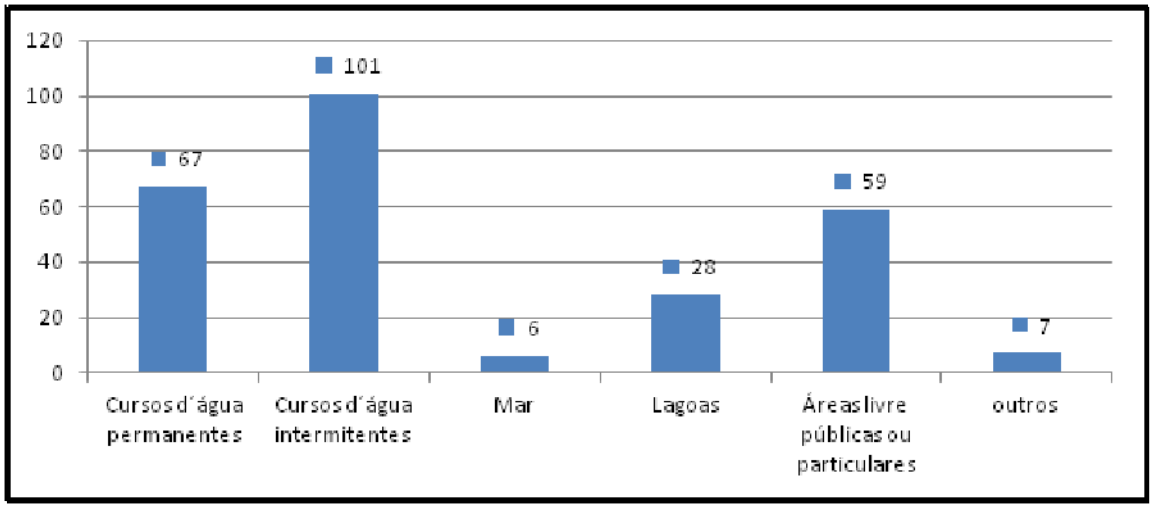


Figura 2. Pontos de lançamentos de efluentes nos municípios paraibanos (2008). Fonte: IBGE (2008)

Quando se fala na manutenção do sistema de drenagem, bem como no tipo de atividade desenvolvida na manutenção, observa-se um acréscimo de municípios que passaram a executar este tipo se serviço, visto que no ano de 2000, 151 municípios realizavam a manutenção do sistema; atingindo, no ano de 2008, 197 município, o que significa um crescimento de 30,46% nos municípios que dispõem de serviço de manejo de águas pluviais, cujas entidades realizam a manutenção do sistema. Os tipos de atividades desenvolvidas pelas entidades administrativassão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Tipo de atividades desenvolvidas na manutenção do sistema de manejo de águas pluviais na Paraíba

Tipo de atividade desenvolvida									
Limpeza e desobstrução de dispositivos de captação		Limpeza e desobstrução de galerias		Drenagem e limpeza de canais		Varrição e limpeza de ruas		Outro	
2000	2008	2000	2008	2000	2008	2000	2008	2000	2008
29	62	115	105	30	68	126	186	1	1

Fonte: IBGE (2008)

Analisando a Tabela 3, observa-se que, afora o serviço de limpeza e desobstrução de galerias, o qual teve um decréscimo na prestação deste à municipalidade, os demais apresentaram um aumento da execução de atividades correlacionadas ao manejo de águas pluviais ou se mantiveram com a mesma representação.

Outro ponto a ser analisado, refere-se à existência de áreas de risco no Estado, que demandam alguma drenagem especial, chegando este serviço a atingir 49 municípios. O mais significante ao analisar tal informação é que deste total, 36 municípios, são considerados de risco por estarem em áreas sem infraestrutura de drenagem, o que ressalta a importância de ampliação e manutenção deste serviço nas áreas urbanas da Paraíba.

Convém ressaltar a necessidade da existência de espaços nas zonas urbanas sem impermeabilização, para facilitar o escoamento e infiltração das águas pluviais e evitar o alagamento das vias. Neste sentido, as grandes áreas de estacionamento podem também contribuir para ampliação da infiltração com o uso de material permeável. Outra possibilidade é o uso de reservatórios subterrâneos nestas áreas com a função de reter a água durante o tempo de chuva para a diminuição da vazão no sistema de drenagem urbana. Nas faixas marginais aos corpos d´água, os espaços públicos devem respeitar omovimento de pulsação dos rios e a manutenção de espaços vegetados e ao mesmo tempo contribuir para a promoção da valorização do rio com a presença de espaços de recreação, lazer e contemplação, contribuindo para a melhoria do desempenho da urbanidade (Carvalho, 2011).

CONCLUSÕES

Conclui-se que os centros urbanos apresentam potencial para captação de águas pluviais, especialmente no caso do Estado da Paraíba, aqueles municípios nos quais os índices pluviométricos são mais elevados. É importante também a adoção de outras estratégias de manejo e drenagem dessas águas, para evitar alagamentos. Pelo exposto, ressalta-se a necessidade de implementação, por parte do poder público, de programas específicos de capitação e manejo de águas pluviais em áreas urbanas, como forma de buscar a sustentabilidade no serviço de abastecimento hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carvalho, L. E. P. A socionatureza dos rios urbanos: novas representações e novos conceitos sobre os caminhos das águas na cidade. In: XII Simpósio Nacional de geografia Urbana. Belo Horizonte, 2011. Anais... XII SIMPURB-CD-ROM.

Ibge, Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Censos Demográficos 1950-2010.

Ibge, Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008.

Melo, A. S. T. de & Rodriguez, J. L. Paraíba: desenvolvimento econômico e a questão ambiental. 3 ed. João Pessoa/PB: Editora Grafset, 2012.

Oliveira, P. F. Falta d´água: a solução vem do céu. In: HAMMES, V. S. (Edit. Téc.).Agir – percepção da gestão ambiental. Volume 5. 2 ed. São Paulo: Globo; Embrapa, 2007, p. 116-124.

Paraíba, Governo do Estado. Secretaria de Recursos Hídricos. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. GEO PROTAL Mapa da pluviometria média anual do estado da Paraíba – 2006.

Ribeiro, W. C. Geografia política da água. São Paulo: Annablume, 2008.

Santos, Milton. A Urbanização Brasileira. 3 ed. São Paulo: Hucitec, 1993. 155p.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA NAS ZONAS RURAIS DE POCINHOS E CAMPINA GRANDE

Laíse Nascimento Cabral[1], Hermes Alves de Almeida[2],
Suellen Silva Pereira[3] & Telma Lucia Bezerra Alves[4]

Resumo: A oferta de água potável, nos sítios do km 21, em Campina Grande, e Pedra Redonda, em Pocinhos, PB, locais onde foi realizado este trabalho, não diferem muito de outras zonas rurais do semiárido nordestino, com a sutil diferença da existência de Tanques de Pedra, que são reservatórios naturais de captação e armazenamento de água da chuva. No entanto, a precipitação pluvial é a única fonte de suprimento de água e o elemento do clima de maior variabilidade espacial e temporal. Por isso, houve a necessidade de se estabelecer o regime pluvial potencial de captação de água da chuva, sendo essas determinações os objetivos principais deste trabalho. Os principais resultados mostraram que os volumes potenciais de captação de água da chuva variam de 133 e 359 litros por m^{-2}.

Palavras-chave:potencial de captação, chuva, água.

INTRODUÇÃO

A maior parte do semiárido brasileiro está incluída na região Nordeste, considerada a segunda região mais populosa do Brasil, embora disponha do menor percentual de recursos hídricos. A maior parte do subsolo é formada por grupo ígneo e metamórfico, genericamente denominado de rochas cristalinas, cuja característica principal é a reduzida disponibilidade para armazenar água subterrânea.

Diante disto, a solução mais comum é barrar a água da chuva de forma superficial em açudes e/ou em barragens. Esses reservatórios que abastecem pequenas cidades e a zona rural são, na sua maioria, insuficientes até para suprir as necessidades básicas (beber e cozinhar), embora a água potável dependa de um sistema eficiente de coleta, tratamento e distribuição.

A implantação de sistemas de captação de água da chuva no Nordeste do Brasil ocorre mais nas zonas rurais do que nas urbanas. O sistema de abastecimento público da água na área urbana cria a ilusão de que ela não vai faltar e quem sofre com a falta de água são os que residem na zona rural.

Relatórios da Organização das Nações Unidas (ONU) diagnosticam que mais de 18% da população mundial não têm acesso a uma quantidade mínima aceitável de água potável. A oferta de água potável nos sítios do km 21, em Campina Grande, e Pedra Redonda, em Pocinhos, não diferem muito de outras localidades rurais do semiárido nordestino, com a sutil diferença de que nessas comunidades existem Tanques de Pedra, que são reservatórios naturais de captação e armazenamento de água da chuva e, portanto, garantem, pelo menos, de forma parcial, o suprimento de água para fins humanos e difusos.

Essas estruturas naturais possibilitam aumentar a oferta hídrica na zona rural, além de ser mais viável à população de baixa renda, do que a construção de cisterna, por exemplo. A maior oferta de água passa a ser até uma forma de sobrevivência da população rurícola, que reside aos arredores dos Tanques de Pedras, além de evitar a peregrinação pela água, que em alguns locais do semiárido nordestino, fica à km de distância.

No semiárido nordestino, a precipitação pluvial é a única fonte de suprimento de água e ao escoar superficialmente é barrada em açudes, sendo usada para abastecimento público ou privada, ou captada e

[1] Geógrafa, Pós-graduanda (nível Especialização) em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Fundação Universitária para o Ensino, Pesquisa e Extensão. Rua sítio Km 21 BR 230, São José da Mata, Zona Rural, S/ Nº, Campina Grande-PB. Fone: (83) 9129-8129, laisedonascimentocabral@hotmail.com
[2] Professor Dr. Titular do Departamento de Geografia da Universidade Estadual da Paraíba
[3] Doutoranda em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Bolsista CNPq
[4] Doutoranda em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Bolsista CNPq

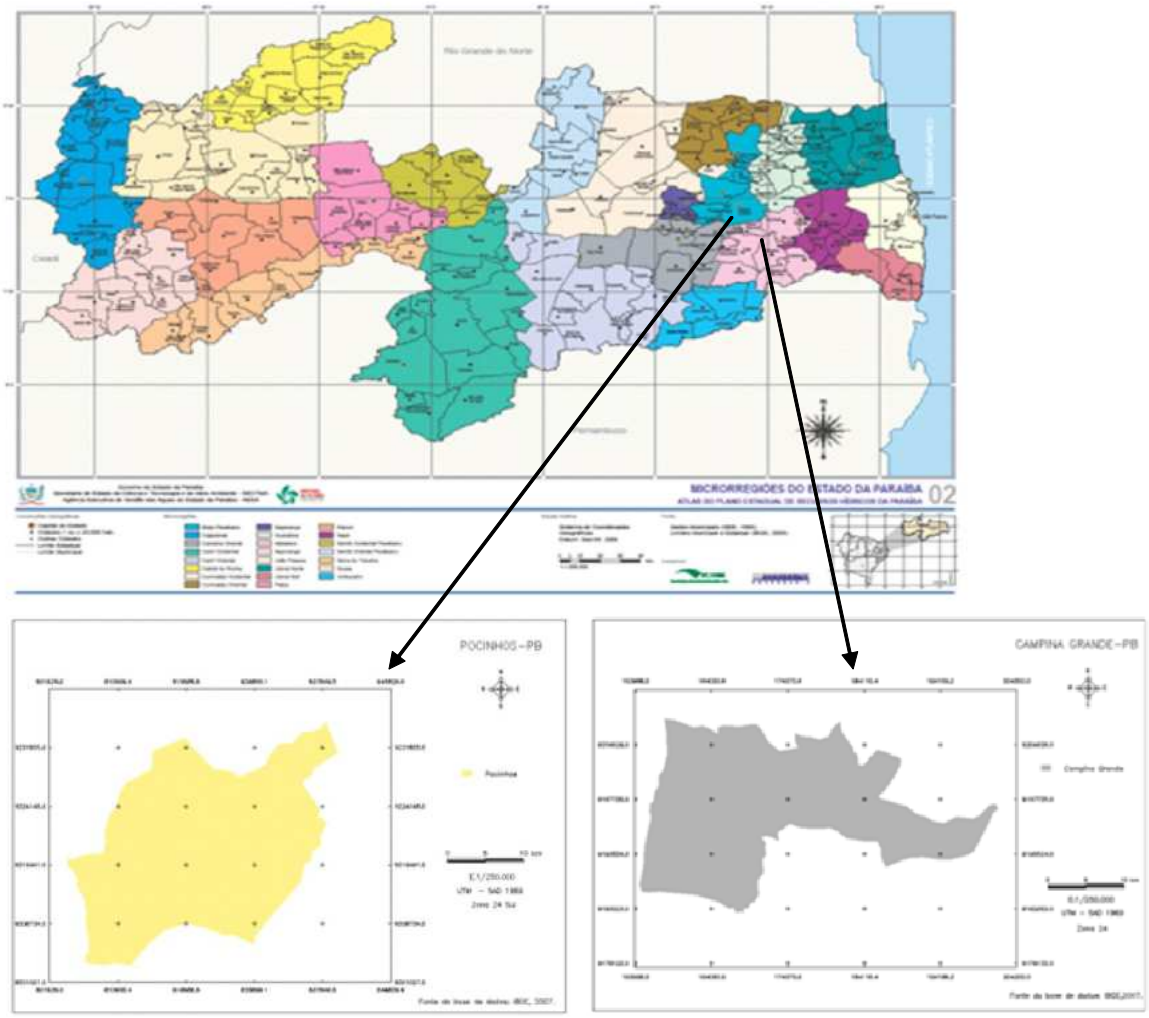
armazenada em cisternas, para fins potáveis. No entanto, este elemento do clima é extremamente variável tanto em quantidade quanto em distribuição espacial e temporal em qualquer região e, em especial, nesta região (ALMEIDA & SILVA, 2004; ALMEIDA & PEREIRA, 2007).

Diante dessa assertiva, houve a necessidade de se estimar o potencial de captação de água da chuva, da população que reside aos arredores dos Tanques de Pedras, nos sítios Pedra Redonda (Pocinhos) e km 21 (Campina Grande), sendo essas determinações os objetivos principais deste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da área de estudo

A área de estudo compreendeu os sítios do km 21, no município de Campina Grande (latitude 7° 13' 0" S, longitude de 35° 53' 0" W e altitude 720 m) e Pedra Redonda, Pocinhos (latitude 07º24'54" S, longitude 39º24'36" W e altitude 624 m), localizados nas microrregiões do Agreste e Curimataú do Estado da Paraíba, conforme mostra a Figura 1.



Fonte: Sedes Municipais (DER, 1999); Limites Municipal e Estadual (IBGE, 2000). Adaptado por Cabral, 2012

Figura 1. Mapa do estado da Paraíba, com destaque para os municípios de Campina Grande e Pocinhos

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo semiárido e subtipo muito quente (BSh), com temperatura média anual superior a 18 ºC.

Procedimentos metodológicos

Estimativas das áreas e volumes potencial de captação de água de chuva: As áreas de captação de água da chuva, de 41 casas dos sítios Pedra Redonda e 12 do km 21, foram determinadas medindo o comprimento e a largura do telhado e do tipo de cobertura existente. As áreas calculadas foram arranjadas em classes, sendo determinadas as frequências relativas correspondentes.

Os volumes potenciais de captação de água de chuva (VPC, em litros por m^2 e mil litros), foram estimados utilizando-se os seis cenários anuais de precipitação: média do período, mínimo, máximo e aos níveis de probabilidade de 25%, 50% e 75% multiplicados pelo valor da área de cobertura das casas e coeficiente de escoamento (Ce), mediante a expressão:

$$VPC\ (\text{em mililitros}) = \text{totais de chuva (mm)} \times \text{área de captação } (m^2) \times 0{,}75 \times 0{,}001$$

Com base na frequência dos tamanhos de áreas de captação (cobertura das casas), sendo escolhidos quatro estratos de 40, 60, 80 e 100 m^2. Já, a área de captação dos Tanques de Pedra foi estimada a partir do divisor de água, medindo-se faixas retangulares conforme metodologia proposta por (LIMA, 2007).

De posse das medidas de tendência central e de dispersão foi determinado o regime mensal de precipitação pluvial de Pocinhos. A estação chuvosa foi considerada aquela que apresentou uma sequência de pelo menos três meses com os maiores valores medianos, calculando-se, ainda, a contribuição mensal da precipitação em relação ao total anual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O regime pluvial de Pocinhos

A Figura 2 mostra a distribuição mensal das médias, medianas e desvios padrão da precipitação pluvial, de uma série de oitenta anos da localidade de Pocinhos. Observa-se que as médias aritméticas mensais estão sempre associadas a uma elevada variabilidade indicada pelos respectivos valores dos desvios padrão. Isso demonstra, portanto, que qualquer valor médio esperado da precipitação está associado um desvio que supera a própria média em pelos menos, sete meses do ano, ou seja, de setembro a fevereiro.

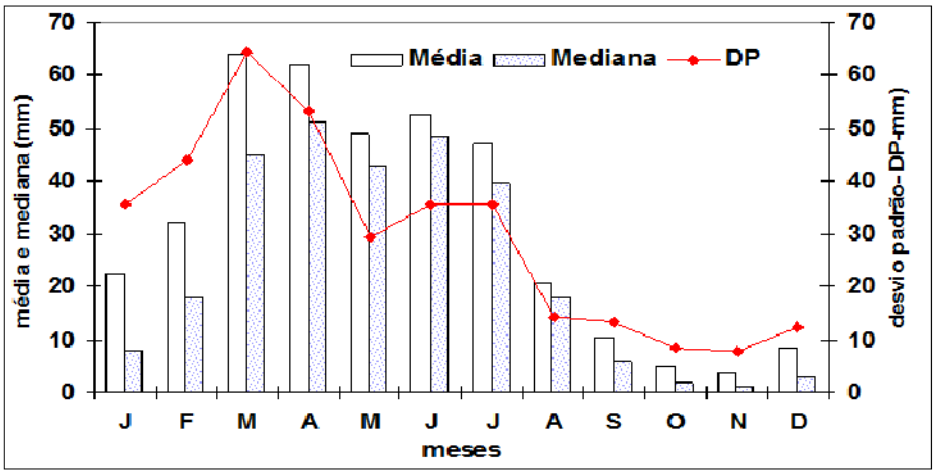


Figura 2. Médias mensais das médias, medianas e desvios padrão da precipitação pluvial. Pocinhos, PB, médias do período: 1930 a 2009

A variabilidade mostrada na série pluvial (Figura 2), quando se compara as médias com os desvios padrão associados, demonstra, de forma muito clara, a irregularidade temporal no regime mensal de chuvas, em

Pocinhos. As médias mensais da chuva são sempre diferentes (maiores) que as medianas. Essa condição indica que a distribuição mensal de precipitação é assimétrica e o coeficiente de assimetria é positivo.

Diante desse contexto, a mediana é o valor mais provável de ocorrer e não a média, embora ela seja a medida de tendência central mais usada. O uso da média aritmética nesse tipo de distribuição induzirá a erros no valor da chuva esperada, porque a média não é o valor mais freqüente de ocorrer. Por isso, estes resultados concordam com os encontrados para outras localidades do nordeste brasileiro por Almeida (2001); Almeida (2003); Almeida, Ramos & Silva (2005); Almeida & Pereira (2007), que numa distribuição do tipo assimétrica, a medida de tendência central recomendada é a mediana e não a média.

Áreas e volumes potenciais de captação de água da chuva nos sítios Pedra Redonda e km 21

As frequências relativas do tamanho das áreas de captação das casas, dos sítios Pedra Redonda e km 21, são mostradas na Figura 3. Observa-se pelos estratos das áreas de cobertura das casas que não há semelhança entre si.

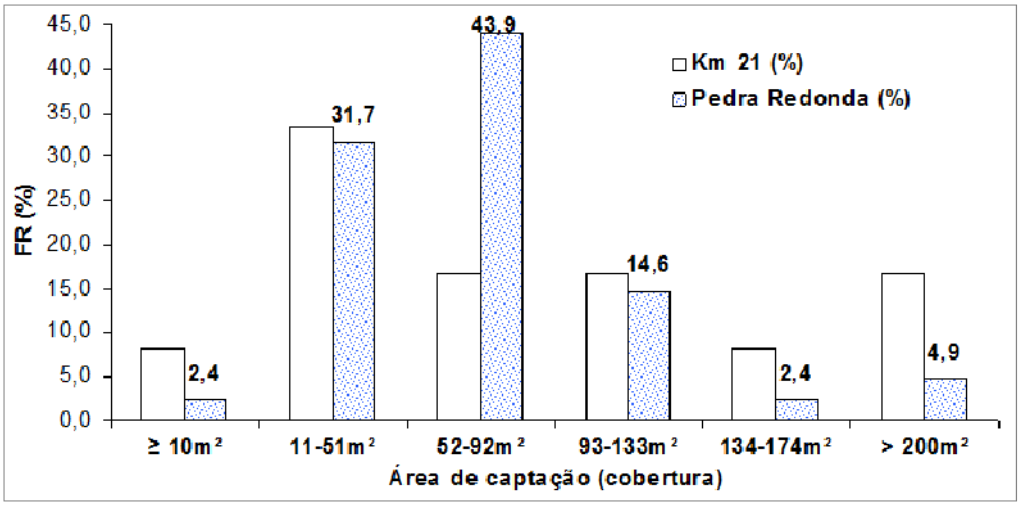


Figura 3. Frequências relativas dos tamanhos das coberturas das casas nos sítios Pedra Redondas (Pocinhos) e km 21, em Campina Grande, PB

No km 21, a maior frequência é de cobertura com áreas de 11 a 51 m² (33,3%), já no sítio Pedra Redonda, 43,9% é de 52 a 92m². Para uma mesma altura de chuva, quanto maior a área de captação maior será o volume de água captado. Por isso, a viabilidade de implantação de um sistema de captação de água da chuva depende, essencialmente, do regime pluvial e da área de cobertura das casas.

No tocante ao tipo de cobertura das casas, a maioria delas é coberta com telha de barro, em 91,7% dos lares da comunidade do km 21 e de 100% nas do sítio Pedra Redonda (Figura 4).

Como pode ser observado na Figura 2, o regime de chuva em Pocinhos é assimétrico e irregularmente distribuído ao longo dos meses do ano. A curta estação chuvosa perdura apenas de três a quatro meses, enquanto que, a sem chuva persiste de oito a nove meses. No entanto, a zona rural do km 21, pertence ao município de Campina Grande, onde total de chuva na sede deste município é duas vezes maior que a de Pocinhos (Figura 5).

A Figura 5 mostra de forma muita clara, a super estimativa no volume de captação de água de chuva no km 21, se a opção fosse usar os dados pluviais de Campina Grande, nas seis condições de regimes de chuvas.

Se o simples uso da média, como medida de referência, sem um estudo estatístico abrangente, conduzirá, obviamente, a erros que resultam em subestimar ou superestimar a quantidade de chuva esperada em nível local. Imagine o erro ao usar os dados da sede do município que chove duas vezes mais.

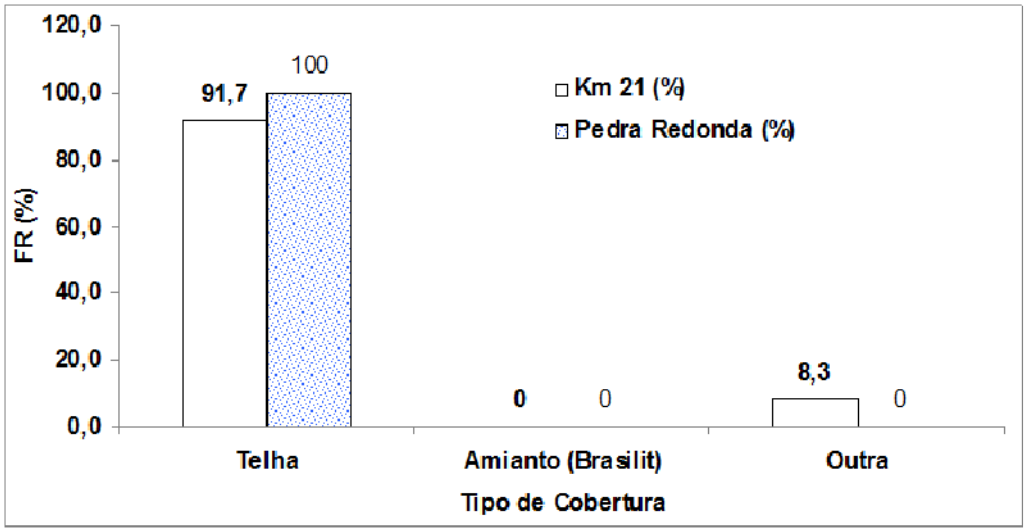


Figura 4. Frequências relativas do tipo de cobertura das casas nos sítios Pedra Redonda, Pocinhos e km 21, Campina Grande, PB

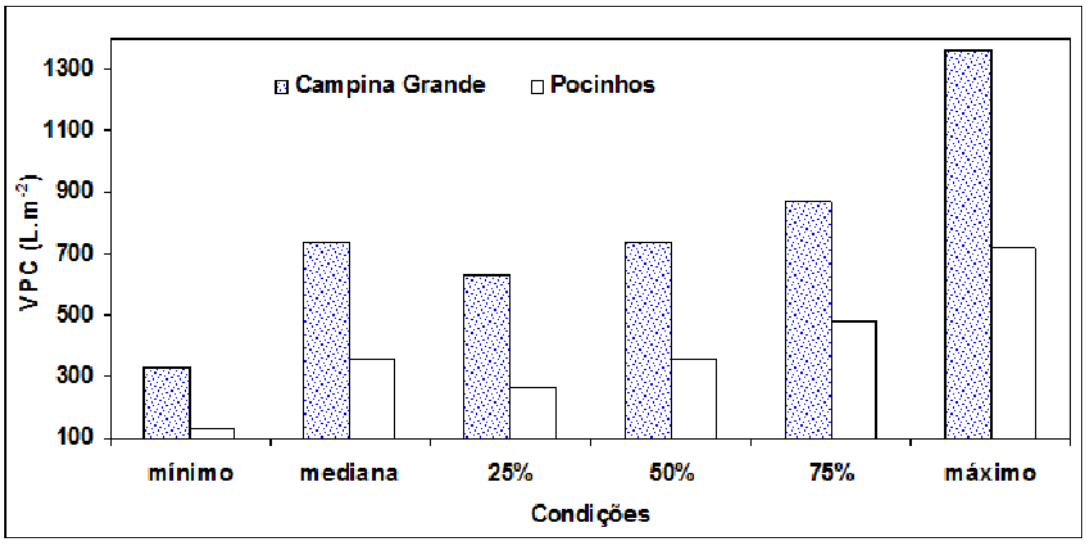


Figura 5. Volumes potenciais anuais de captação de águas da chuva, em litros por m^2, para seis condições de regimes de chuvas em Campina Grande e Pocinhos, PB

Embora a zona rural do km 21 pertença a Campina Grande, o regime pluvial assemelha-se ao de Pocinhos, razão essa que justifica o seu uso na estimativa dos volumes potenciais de captação de água da chuva nas duas zonas rurais (sítio Pedra Redonda e km 21).

De posse das análises de frequência relativa, com indicativo dos percentuais de tamanho de área de captação das casas das duas comunidades, foram estimados os volumes anuais de captação de água da chuva, optando-se por quatro tamanhos (áreas)- 40, 60, 80 e 100 m^2-, tipo de cobertura barro e seis cenários anuais de chuvas (mediana, o ano mais chuvoso (máximo), o menos chuvoso (mínimo) e aos níveis de 25, 50 e 75% de probabilidade), cujos valores são apresentados na Figura 6.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados no presente trabalho, conclui-se que;

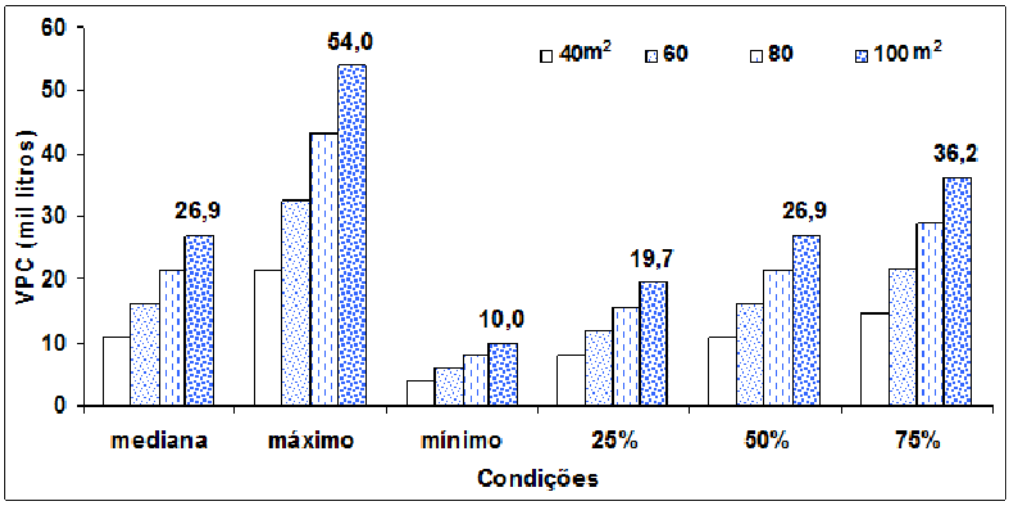


Figura 6. Volumes potenciais anuais de captação de águas da chuva (VPC), para seis condições de regimes pluviais e quatro áreas de captação (em m²), para os sítios Pedra Redonda (Pocinhos, PB) e km 21 (Campina Grande, PB)

- Os volumes potenciais de captação de água da chuva (mínimo e o mediano) são, respectivamente, de 133 e 359 litros por m^{-2}; Valores estes consideráveis que as famílias poderão usufruir.

- As casas são cobertas com telhas de barro, a área de captação mais frequente é de 60 m² e capta um volume potencial anual de 10 a 54 mil litros;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, H. A. de, SILVA, L. Modelo de distribuição de chuvas para a cidade de Areia, PB. In: I CONGRESSO INTERCONTINENTAL DE GEOCIÊNCIAS, Fortaleza, CE, 2004, Anais..., Fortaleza: CD-ROM.

ALMEIDA, H. A. de, PEREIRA, F. C. Captação de água de chuva: uma alternativa para escassez de água. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 15, Aracaju, SE, 2007, Anais..., Aracaju: CD-ROM.

LIMA, A. S. Estimativa do potencial de captação de água de chuva: uma alternativa para o abastecimento de água em Pocinhos, PB. In: Monografia de conclusão de curso de Geografia, UEPB, 48p, 2007.

ALMEIDA, H. A. de. Probabilidade de ocorrência de chuva no Sudeste da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 182, 32p, 2001.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

ESTIMATIVA DA QUANTIDADE DE ÁGUA NÃO APROVEITADA PELA COBERTURA DAS EDIFICAÇÕES DO CAMPUS I DA UFPB

Thiago César Cavalcante de Vasconcelos[1],
Hawick Arnaud do Nascimento Lopes[2] & Arinaldo Inácio das Neves[3]

Resumo: O presente trabalho aborda estimativas da quantidade de água captada que poderia ser aproveitada através da mensuração de dados relativos à quantidade da área construída ou área coberta das edificações do Campus I da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa (PB). Os dados pluviométricos relativos ao ano de 2011 para aplicação da metodologia foram fornecidos pelo Laboratório de Energia Solar (LES). Utilizou-se a ferramenta ARCGIS, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) no dimensionamento ou vetorização da área da cobertura das edificações para aplicação de cálculo pluviométrico. Após manipulação e tratamento dos dados observou-se a variação da precipitação no decorrer do ano e determinadas quantidades de água da chuva em litros e em metros cúbicos que deveriam ser destinados a fins não potáveis no abastecimento da infraestrutura pública.

Palavras-chave: Água da chuva, captação, aproveitamento, estimativa, cálculo

INTRODUÇÃO

Recurso natural não renovável, a água poderia ser aproveitada de maneira economicamente sustentável, uma delas é captação pelo telhado das edificações numa determinada malha urbana. Qualquer espaço que contenha infraestrutura poderia ser trabalhado de forma a coletar a água da chuva.

Para Santos et al. (2008), no processo de coleta de água de chuva para fins não potáveis o telhado funciona como área não impermeável, sendo aconselhável desprezar a primeira água. Os autores ainda afirmam que, os fatores que influenciam no cálculo são: a área do telhado, a quantidade de água necessária para atender a demanda e a definição do tipo de reservatório.

De acordo com Costa et al. (2006), uma das alternativas para a redução da escassez de água é fazer uso de um sistema de captação de águas pluviais que facilitará o aproveitamento, contribuindo para uma melhoria no sistema de drenagem urbana. Essa água é considerada não-potável, sendo destinada à jardinagem, lavagem de carros, etc.

Rodolfo et al. (2007, p. 2), afirmam que para facilitar as avaliações de projetos de conservação de recursos hídricos, diversas aplicações computacionais têm sido desenvolvidas em âmbito mundial. Estas podem ter tanto um caráter de pequena escala, quando sistemas individuais são analisados, como de grande escala, quando um sistema maior, que contempla vários menores, é o foco dos resultados.

A Universidade Federal da Paraíba comporta edificações completas e inacabadas, vias asfálticas, pavimentos, estacionamentos e fragmentos de mata atlântica num espaço com mais de 108 hectares, dos quais estão inseridos tanto a parte permeável quanto à parte impermeável.

MATERIAL E MÉTODOS

Software ARCGIS

O software ARCGIS faz parte de uma gama de softwares da ESRI (Environmental Systems Research Institute) que trabalha com dados geográficos. Dessa forma, é um Sistema de Informações Geográficas (SIG)

[1] Graduando em Geografia. Universidade Federal da Paraíba. Departamento de Geociências. Campus Universitário I. Jardim Cidade Universitária. CEP – 58.059-900. João Pessoa – PB. Fone: (83) 3216-7432. E-mail: tcesarvas@hotmail.com
[2] Bacharel em Geografia e graduando da Licenciatura. Universidade Federal da Paraíba
[3] Geógrafo. Secretaria Municipal de Meio Ambiente - Prefeitura Municipal de João Pessoa

ou que tem por finalidade a aquisição, manipulação e tratamento de dados espaciais, ou seja, dados trabalhados referentes ao espaço geográfico de forma a representá-lo, facilitando assim a tomada de decisão.

Em termos de facilidade de uso o ARCGIS foi utilizado como ferramenta para o presente trabalho a partir da imagem de satélite Quickbird 2008, georreferenciada com datum SAD 69, a partir da interpretação da imagem, as edificações foram vetorizadas e calculadas suas respectivas áreas.

Coleta de dados

A coleta de dados deu-se a partir do fornecimento dos dados climáticos do ano de 2011 pelo Laboratório de Energia Solar (LES), no Campus I da Universidade Federal da Paraíba, em João Pessoa (PB). Foram extraídos somente os dados referentes à pluviometria para a quantificação no cálculo pluviométrico.

Os dados coletados foram manipulados a partir do software "EXCEL 2007" onde foram gerados tabelas e gráficos a partir do quantitativo de chuva de todos os meses do ano de 2011. Os dados fornecidos pelo LES indicaram que a coleta feita a partir de pluviômetro era realizada a cada doze horas. Dessa forma, foi feito o somatório (") da coleta diária e posteriormente mensal.

Cálculo pluviométrico

O cálculo pluviométrico foi utilizado para a mensuração da quantidade de chuva não captada pelas edificações do Campus. O respectivo trabalho considerou a área construída das edificações cobertas.

A fórmula utilizada para a mensuração da quantidade de água não captada pela cobertura das edificações foi a do meteorologista Molion citado em Arantes (1983:68-75) que propôs uma expressão matemática de maneira a calcular a precipitação em ambientes impermeabilizados. A expressão quantitativa é a seguinte:

$$L = XL/m^2 \times A$$

De acordo com a fórmula, L corresponde a litros de água, XL/m² representa a quantidade de chuva em mm/m², sendo assim, 1mm por m² corresponde a 1 litro de água em uma determinada área.

Realizado o somatório dos dados diários chegou-se aos dados mensais, dessa forma, calculou-se a quantidade pluviométrica de cada mês em milímetros, dividindo o total mensal/100 transformando em litros precipitados, multiplicando esses valores pela área total construída ou área da cobertura das edificações do Campus.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a coleta e tratamento dos dados, foram obtidos resultados referentes ao total pluviométrico distribuído nos meses do ano de 2011 no Campus I da Universidade Federal da Paraíba. Os dados foram trabalhados e representados pelo pluviograma onde se pode perceber a dispersão da precipitação ao longo do ano (gráfico 1). Percebe-se que no início do respectivo ano houve uma precipitação regular demonstrando uma baixa no mês de março que antecedeu os meses mais chuvosos, sendo o período de maior intensidade pluviométrica a partir do mês de abril mantendo certa regularidade diminuindo a partir do mês de agosto. Os meses menos chuvosos ocorreram a partir de setembro seguindo um padrão até o mês de dezembro.

Dentre os resultados propostos, levando em consideração a área total construída ou área da cobertura das edificações de 163.043m² através da vetorização utilizando a ferramenta ARCGIS, pôde-se calcular a quantidade de água em litros após a utilização da fórmula de quantificação da precipitação em ambientes impermeabilizados onde 1mm corresponde a 1 l de água em 1m².

Nota-se que a partir da quantificação do total em litros não aproveitados pela cobertura do Campus tem-se o total mensal em milímetros. (Tabela 1). Dessa forma, obtivemos a quantidade de água determinando um valor para cada mês. Os meses mais chuvosos foram os meses de abril, maio, junho e julho.

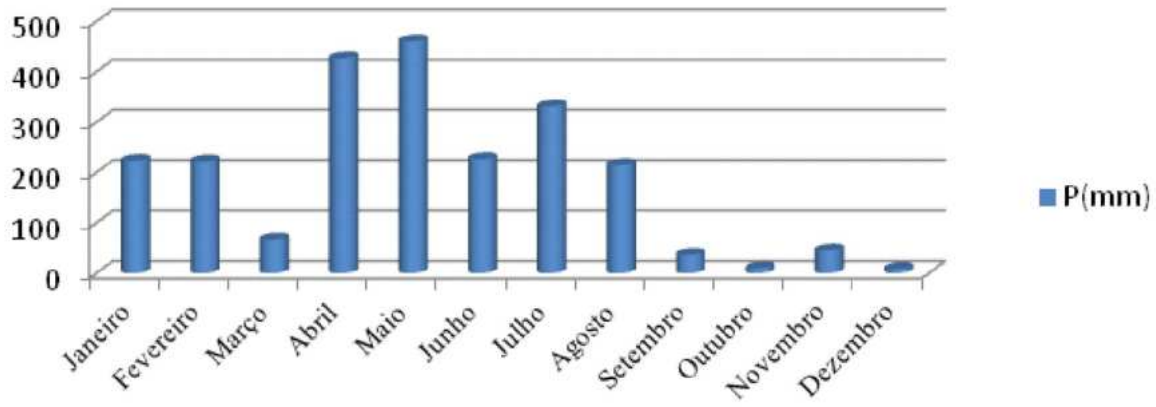


Figura 1. Pluviograma do ano (mm) de 2011

Tabela 1. Quantidade de água precipitada e quantidade de água não aproveitada no Campus, ano de 2011

Meses	Milímetros (mm)
Janeiro	223,4
Fevereiro	222
Março	66,5
Abril	427,4
Maio	460,6
Junho	426,7
Julho	431,4
Agosto	214,5
Setembro	36,5
Outubro	9,6
Novembro	45,2
Dezembro	8,4
Total	**2572,2**

O total de litros calculado a partir dos meses mais chuvosos determina o não aproveitamento de água pela cobertura das edificações sendo que, dezembro é o mês que expressa menos quantidade de litros e maio o mês que expressa maior quantidade de litros. (Tabela 2). Utilizando-se de somatório (Σ) do total de litros mensalmente tem-se um total de 4.192.973 de litros não aproveitados pela cobertura das edificações.

Tabela 2. Quantidade de litros não aproveitados no ano de 2011

Meses	Litros (l)
Janeiro	364.238
Fevereiro	361.955
Março	107.608
Abril	696.846
Maio	750.976
Junho	695.704
Julho	703.367
Agosto	349.727
Setembro	59.510
Outubro	15.652
Novembro	73.695
Dezembro	13.695
Total	**4.192.973**

Tendo em vista que o consumo de água é determinado em metros cúbicos de água, aplicou-se a conversão de medidas de litros (l) para metros cúbicos (m^3). (Tabela 3). Feita a conversão chegou-se ao valor aproximado de 4.194m^3.

Tabela 3. Quantidade de água não aproveitada em m³

Meses	Metros Cúbicos (m³)
Janeiro	364
Fevereiro	362
Março	107
Abril	697
Maio	751
Junho	696
Julho	703
Agosto	350
Setembro	60
Outubro	16
Novembro	74
Dezembro	14
Total	**4194**

CONCLUSÕES

Considerando o alto consumo de água pela humanidade e a demanda em algumas regiões do globo terrestre é importante frisar o não aproveitamento de um recurso natural que poderia ser captado e armazenado de forma adequada para determinado uso.

A água precipitada que escoa pela cobertura das edificações não é uma água para fins potáveis, mas sim para outros fins comumente necessários à gerência da própria edificação, como jardins, lavagem de carros, banheiros, calçadas, pavimentos, pátios etc. Qualquer infraestrutura pública dotada de um telhado adaptado à captação da água reduziria os gastos e valorizaria o papel de sustentabilidade.

A instrumentalização de meios que facilitem a identificação da média de água que poderia ser aproveitada, através de uma ferramenta como, por exemplo, o ARGIS utilizado nesse trabalho, auxilia e propicia através de uma quantificação sobre precipitação em ambiente impermeabilizado, um valor aproximado do que poderia ser aproveitado posterior à estimativa de captação e aproveitamento de água da chuva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, José Tadeu. **Desmatamento e inundações.** In: A máquina do tempo. Ciência Ilustrada, dez. 83, ano II n.15. p. 68-75.

COSTA, I. Y.L.G. et al. Captação de água de chuva em condomínios horizontais. In: VI SEMINÁRIO IBEROAMERICANO SOBRE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA, João Pessoa – PB, 5 a 7 de junho de 2006. **Anais.** Disponível em: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/serea/6serea/TRABALHOS/trabalhoC.pdf.> Acesso em: 28 de maio 2012.

NÓBREGA, R.L.B. et al. Infochuva: Uma ferramenta computacional de avaliação de riscos de desabastecimento de sistemas de captação de água de chuva. In: **VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA**, Belo Horizonte – MG, 09 a 12 de julho de 2007. Disponível em: <http://www.hidro.ufcg.edu.br/cisternas.pdf.> Acesso: 23 de maio de 2012.

SANTOS, C.A.G. et. Al. Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis. In: X ECONTRO DE EXTENSÃO, UFPB- PRAC, 2008. **Anais.** Disponível em: http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex.pdf Acesso em: 25 de maio de 2012.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

PATOLOGIAS EM SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA POR MEIO DE CISTERNAS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Abdon da Silva Meira Filho[1], José Wallace Barbosa do Nascimento[2] & Vera Lucia Antunes de Lima[2]

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o comprometimento do desempenho funcional de sistemas de captação de água de chuva por meio de cisternas, provocado por patologias estruturais, visando contribuir na melhoria do desempenho destes sistemas, de modo que usando esse processo, já difundido no meio rural, se possa assegurar um suprimento de água adequado, mesmo durante as secas mais severas. Tomou-se como ponto de partida informações obtidas de uma pesquisa de campo, realizada na comunidade rural de Paus Brancos, Município de Campina Grande, PB. Os resultados mostraram que 84% dos sistemas de captação avaliados operam sob condições deficitárias, devido a algum tipo de patologia estrutural presente nos reservatórios ou em outros componentes dos sistemas, comprometendo seriamente os desempenhos plenos destes, colocando em risco a oferta de água para o consumo humano tanto em relação à quantidade quanto a qualidade da água armazenada.

Palavras-chave: Aproveitamento de água pluvial, cisternas, processo de projeto.

INTRODUÇÃO

O abastecimento de água no meio rural tem características especiais, uma vez que a população é dispersa. Neste cenário, são adotados sistemas individuais, os quais, de acordo com a Fundação Nacional de Saúde, FNS (1999), ainda são bastante precários. Entretanto, a mesma Fundação recomenda investimentos no setor, por considerá-lo essencial ao desenvolvimento social e humano do meio rural.

Grande parte dos problemas de saúde no meio rural no Semiárido Brasileiro são decorrentes das doenças adquiridas por veiculação hídrica, uma vez que o manancial, geralmente um barreiro ou açude, é disputado com animais domésticos e silvestres, e a água é utilizada ao mesmo tempo para lavar roupa, dessedentar animais e abastecer as pessoas. Essa água, em função das condições de seu aproveitamento, tem um elevado nível de contaminação, podendo veicular doenças como: diarréia, amebíase, cólera, tifo, etc.(Silva et al, 1988; Malvezzi, 2001).

O tratamento das águas desses mananciais para consumo humano no meio rural, segundo Garcez (1976), não é justificável sob o ponto de vista econômico, por causa da dispersão das residências. Neste contexto surge a perspectiva do uso de sistemas de abastecimento individualizado, tendo como fonte a captação da água de chuva em telhados e armazenamento em pequenos reservatórios, denominados cisternas, fechados e impermeáveis, como uma alternativa viável, do ponto de vista econômico, arquitetônico e higiênico.

Meira Filho (2005) recomenda que as tecnologias adotadas no processo de captação de água de chuva devem responder às necessidades e limitações impostas pelas condições da comunidade em questão. Dessa forma, os projetos devem estar baseados em critérios que contemplem fatores que busquem meios tecnológicos e científicos de baixo custo e, sempre que possível, utilizem práticas tradicionais e autóctones, envolvendo a participação da população local.

Embora haja uma preocupação crescente com a qualidade da construção, verifica-se que os sistemas de captação de água de chuva construídos nos últimos anos não apresentam a qualidade esperada. Pode-se mesmo afirmar a existência de sistemas, construídos recentemente, com patologias muito graves que limitam a capacidade de sua utilização. Lordsleem Júnior (1997) define patologia das construções como sendo "a ciência

[1] Designer de Produto, UFCG, UADI, Av. República Federal da Alemanha,358 – Bairro das Nações. Campina Grande-PB.(83)3322 0524. abdonmeira@gmail.com
[2] Engenheiro Agrícola, UFCG

que estuda os defeitos dos materiais, dos componentes, dos elementos ou da edificação como um todo, diagnosticando suas causas e estabelecendo seus mecanismos de evolução, formas de manifestação, medidas de prevenção e de recuperação".

Os defeitos ou problemas patológicos das construções são definidos por Lichtenstein (1985) como a manifestação da queda de desempenho de uma obra civil como um todo ou de suas partes (subsistemas, elementos e componentes). Segundo Dórea (2012), os problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo, podendo até gerar novos problemas em decorrência dos primeiros. Por esse motivo, pode-se afirmar que as correções serão mais duráveis, mais efetivas, mais fáceis e mais baratas, quanto mais cedo forem executadas.

Para Camelo (2011), as patologias na construção civil não dependem exclusivamente das ações ambientais, mas também de pontos relevantes de ordem técnica e de fatores humanos. Nesta mesma perspectiva, Souza (2004) e Ribas & Souza (2007) pontuam como principais causas das patologias em construção os seguintes fatores, nessa ordem: defeitos de concepção; defeitos de execução; defeitos dos materiais, defeitos de utilização, entre outros.

Nos sistemas de captação de água de chuva a interrelação entre os diversos subsistemas (captação, condução e armazenamento), além da variedade de materiais, componentes e equipamentos constituintes (tubos, conexões, bombas, dispositivos para desvio das primeiras chuvas, entre outros), podem dar origem a uma grande diversidade de manifestações patológicas, que vão desde simples falhas frequentes em certos equipamentos até variações que comprometem, consideravelmente, a qualidade e quantidade da água armazenada.

Assim, a avaliação dos sistemas de captação de água de chuva com ênfase na tipificação e caracterização da natureza das patologias e inconformidades mais frequentes pode contribuir para uma melhoria na qualidade dos sistemas atualmente implantados e projetos futuros, bem como orientar recomendações que possam contribuir para minimizar a problemática do abastecimento de água na área rural do Semiárido Brasileiro.

Tendo como ponto de partida uma pesquisa de campo, realizada na comunidade rural de Paus Brancos, pertencente ao município de Campina Grande, na Paraíba, o trabalho tem como objetivo avaliar o comprometimento do desempenho funcional de sistemas de captação de água de chuva, por meio de cisternas, provocado por patologias estruturais.

METODOLOGIA

Para a avaliação das patologias presentes nos sistemas de captação de águas de chuva, bem como a identificação de suas causas, fez-se uma investigação exploratória e uma coleta de dados por meio de entrevistas com usuários dos sistemas e registro fotográfico no Assentamento de Paus Brancos, zona rural do Município de Campina Grande - PB, na região do Semiárido Paraibano.

A escolha da referida localidade, pertencente à microbacia hidrográfica de Paus Brancos, deu-se com base na sua representatividade em relação às características fisiográficas e sócio-econômicas da Região Semiárida, por se tratar de uma região desprovida de sistema regular de saneamento básico. Favoreceu também a escolha, a disponibilidade de informações sobre a microbacia, obtidas em pesquisas desenvolvidas pela UFCG, em parceria com diversas instituições.

Inserida na microbacia do Riacho Bodocongó, que compõe a Bacia hidrográfica do Rio Paraíba, a localidade de Paus Brancos apresenta, segundo Baracuhy (2001), os seguintes aspectos climáticos, típicos da região Semiárida Brasileira: alto nível de radiação; grande variação de temperatura ao longo do dia, baixa umidade relativa, apresentando média anual de 50%, elevada evaporação, com média anual em torno de 2000 mm; baixo índice pluviométrico, com médias anuais variando de 400 a 800mm, com regime de chuvas intensas e concentradas em um período de três a cinco meses do ano. A vegetação dominante é a Caatinga, de predominância xerófila, plantas adaptadas ao longo período de seca.

O processo metodológico utilizado na pesquisa foi adaptado de Souza (2004) para avaliação de patologias de obras civis, estruturado em três etapas: Identificação da patologia; descrição da patologia e causas da patologia. Foram enfatizados os seguintes aspectos: área média dos telhados; tipificação dos reservatórios; material utilizado no sistema de condução; perdas de água e cuidados com a qualidade da água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados, na comunidade de Paus Brancos, vários problemas patológicos, que comprometem o desempenho pleno dos sistemas de captação de água de chuva, dentre os quais destacam-se:

Defeitos de concepção – caracterizado pela ausência de elementos básicos dos sistemas: ausência de calhas e condutores parcial ou total, como pode ser observado nas figuras 1 e 2. Outra questão relacionada ao baixo desempenho dos sistemas de captação refere-se ao subaproveitamento da área de captação. Foi verificado, em várias residências com telhado em duas águas, a instalação de calhas em apenas uma das águas, assim como calhas colocadas de modo a aproveitar o telhado de forma parcial.

Figura 1. Ausência de calhas e dutos

Figura 2. Materiais de calhas e dutos inadequados

Das residências que dispõem de sistemas de captação com os elementos mínimos necessários, apenas 16% armazenam água suficiente para abastecimento durante todo o ano, donde se conclui que 84% dos sistemas operam sob condições deficitárias. Este baixo desempenho pode ser explicado pela maneira improvisada na configuração dos sistemas analisados.

Observou-se que a área média do telhado por residência foi de 54,83 m^2. Esta dimensão está abaixo da média dos telhados encontrados na região semi-árida, que é de 70 m^2, de acordo com Jalfim (2001).

Defeitos de execução – localização inadequada da cisterna com a relação à residência – cisternas construídas muito afastadas em relação a residência exigindo trechos de dutos longos que tanto encarece o sistema como dificulta o processo de manutenção, sem contar com o comprometimento dos aspectos estético-formais do espaço construído.

Defeitos decorrentes do mau uso de materiais - Alguns usuários, não dispondo de recursos para adquirir materiais adequados recorrem a alternativas que lhes são mais viáveis e possíveis, muitas vezes nem sendo soluções eficientes do ponto de vista funcional.

Dessa forma, esses usuários buscam soluções para calhas, condutores e suportes utilizando os mais inusitados materiais, tais como tubos de PVC, cortados ao meio no sentido longitudinal; reaproveitamento de peças de automóveis, provenientes de sucatas; lona plástica, estruturada com ripas de madeira; reaproveitamento de chapas metálicas de sucatas de eletrodomésticos (gabinetes de fogão a gás, geladeira, etc).

Na confecção de dutos ou condutores, registrou-se soluções que empregam materiais reciclados de garrafas PET (polietileno tereftalato), câmaras-de-ar de motos e bicicleta, partes de telhas de fibrocimento, etc.

Quanto aos suportes, verificou-se sua confecção em vários formatos e materiais, tais como: forquilhas de madeira, pedaços de arame já enferrujados, tiras de borracha de câmaras-de-ar velhas, cordas de sisal, entre outros.

A maneira precária de como são configurados esses suportes é uma das principais causas da baixa eficiência em muitos sistemas de captação, além disso, o uso desses materiais contaminados e sem tratamento prévio, podem trazer danos à saúde, uma vez que não oferecem condições mínimas de higiene, contribuindo para a baixa qualidade da água, possibilitando a proliferação de doenças que se propagam facilmente através da água, como é o caso de cólera, febre tifóide, leptospirose, hepatite, entre outras.

Alguns entrevistados referiram-se a problemas de perdas de água, principalmente por ocasião de chuvas fortes acompanhadas de rajadas de ventos. Segundo esses depoimentos, é freqüente o desprendimento das calhas em decorrência do peso da água ou por força de ventos fortes, provocando também o desencaixe das peças componentes do sistema, impedindo que a água coletada chegue ao reservatório. Muitos desses problemas patológicos ocorrem devido às precárias condições dos sistemas implantados e dos materiais utilizados, corroborando com e Ribas e Souza (2007) que apontam os defeitos de concepção do projeto e defeitos dos materiais como principais causas das patologias em construções.

Defeitos de utilização - Apesar de comprovada a eficiência da tecnologia de construção de cisternas de placas de concreto, foram observadas situações em que os reservatórios aparecem destampados, favorecendo a entrada de agentes contaminantes da água armazenada. Ainda em relação à qualidade da água armazenada Silva et al (2006) em pesquisa desenvolvida na mesma comunidade verificou que em Paus Brancos a falta de limpeza e de conservação dos telhados contribui para a contaminação da água de chuva que é captada.

Em relação aos reservatórios, observou-se que, embora os sistemas tenham sido instalados há mais de três anos, não foram registrados problemas patológicos de fissuras estruturais, comuns em obras construídas em alvenaria e concreto. No entanto, é provável que tal patologia venha ocorrer, sobretudo, se não forem observados os devidos cuidados no manejo e manutenção destes reservatórios. Em relatório de Brasil (2007) apontam que de 72 cisternas avaliadas, na região do semiárido brasileiro, 28 apresentavam esta patologia.

CONCLUSÕES

Constatou-se patologias em 84 % dos sistemas de captação referentes a defeitos de concepção, execução, de emprego de materiais e de utilização.

As observações conduzem à certeza da necessidade de se buscar soluções no sentido de minimizar as patologias e assim aumentar a eficiência dos sistemas de captação de água de chuva implantados naquela comunidade rural, seja através da pesquisa de materiais acessíveis, educação ao usuário visando orientá-lo para o uso potencial do sistema e com isso evitar que falte água de beber e cozinhar a sua família

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baracuhy, J.G.V. Manejo integrado de microbacias no semiárido nordestino:estudo de um caso. Campina Grande: UFPB, 2001. 221p. Tese Doutorado.

Brasil. Tribunal de Contas da União. Relatório de avaliação de programa: Ação Construção de Cisternas para Armazenamento de Água / Tribunal de Contas da União; Relator Ministro Guilherme Palmeira.Brasília : TCU,Secretaria de Fiscalização e Avaliação de Programas de Governo, 2006.129 p.

Camelo, A. Durabilidade e vida útil das Estruturas hidráulicas de betão e de betão armado. In: 1as Jornadas de Materiais na construção. Universidade do Porto. 2011. P 149-169.

Dórea, S. C. L. ; Santos, D. de G.; Sales, A. T. C.; Silveira P. M. D. Avaliação patológica da estrutura de concreto armado e dos componentes de uma edificação construída em 1914. Scientia plena, São Cristovão, v. 6, n. 12., p.1-13, 2010.

FNS - Fundação Nacional da Saúde. Manual de saneamento. 3ª ed. Brasília: Ministério da Saúde.1999.374p.

Garcez, L.N. Elementos de engenharia hidráulica e sanitária. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher.1976. 182p.

Jalfim, F. T. Considerações sobre a viabilidade técnica e social da captação e armazenamento da água da chuva em cisternas rurais na região semi-árida brasileira. In:Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de Chuva no Semi-árido. 2001. Campina Grande-PB.

Lichtenstein, N. B. Patologia das Construções: Procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. São Paulo: EPUSP, 1985. 191p. Dissertação Mestrado.

Lordsleem Júnior, A. C. Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação. São Paulo: EPUSP, 1997. 195p. Dissertação Mestrado.

Água de Chuva: O segredo da convivência com o semi-árido brasileiro. Cáritas Brasileira, CPT, FIAN. São Paulo: Paulinas, 2001. Cap II, p.25-40.

Meira Filho, A.S: Alternativas de telhados de habitações rurais para captação de água de chuva no semi-árido. Campina Grande: UFCG. 2004. 62p. Dissertação Mestrado.

Pereira, G.M.; Soares, A.A.; Alves, A.R.; Ramos, M.M.; Martinez, M.A. Modelo computacional para simulação das perdas de água por evaporação na irrigação por aspersão. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.16, n.3, p.11-26, 1997.

Ribas, R. A de J; Souza, H. A. de - Avaliação construtiva e de desempenho térmico do prédio da Escola de Minas da UFOP. Revista Escola de Minas. vol.60 nº 4. Ouro Preto Oct./Dec. 2007

Souza, M.M.F; .Patologia da construção - elaboração de um catálogo. Porto: FEUP, 2004. 199p. Dissertação Mestrado.

Silva, S. A., Brito, L.T L., Rocha, H.M. Captação e conservação de água de chuva no semi-árido brasileiro: cisternas rurais II; água para consumo humano. Petrolina, Pe: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 252p.

Silva, M. M. P. Oliveira, L. A; Diniz, C.R. Ceballos, B. S. O. Educação Ambiental para o uso sustentável de água de cisternas em comunidades rurais da Paraíba. Revista de Biologia e Ciências da Terra. v. 1. p. 122-136.2006.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA ÁREA COBERTA DO CENTRO DE BIOENERGIA DO CETENE EM CAETÉS-PE

Marcelo Bezerra de Andrade[1], James Correia de Melo[2], Rafaela Ferreira Batista[3], Izabele Taynã Dourado Siquera[4] & Eric Willamy Neves de Souza[5]

Resumo: A distribuição irregular das chuvas no Semiárido Nordestino, a escassez, o desperdício de água por escoamento superficial e a demanda de água para desenvolver atividades de produção, levou a implantação de um sistema de captação de águas pluviais no Centro de Bioenergia do CETENE, em Caetés-PE. O abastecimento de água do Centro, antes com caminhão pipa, foi substituído por um sistema de aproveitamento de águas pluviais de baixo custo, aproveitando a estrutura do Centro. A iniciativa mostrou que foi possível economizar 135 m³ de água nos nove meses estudados, mesmo com um período de estiagem na região considerado como uma das maiores dos últimos 30 anos. Na simulação realizada no presente trabalho, considerando uma estimativa de 700 mm no ano, a economia seria de 392 m³ de água com uma taxa de retorno em dois anos em relação ao investimento realizado no sistema de captação de água de chuva, podendo ser multiplicada em outros setores.

Palavras-chave: Captação de águas pluviais, Centro de Bioenergia, Calhas receptoras, Cisterna.

INTRODUÇÃO

No mundo, 97,5% da água é salgada, a água doce corresponde somente aos 2,5% restantes, sendo que 68,9% da água doce estão congeladas em calotas polares do Ártico, Antártica e nas regiões montanhosas. A água subterrânea compreende 29,9% do volume total de água doce do planeta, somente 0,266% da água doce representa toda a água dos lagos, rios e reservatórios (significa 0,007% do total de água doce e salgada existente no planeta). O restante da água doce esta na biomassa e na atmosfera a forma de vapor (Tomaz, 2003).

No nordeste brasileiro a ocorrências de falta de água nos açudes, lagoas e nos rios, que na sua maioria são temporários, e as águas subterrâneas são, em maior parte dos casos, salina, onde o fato de 70% do subsolo ser de formação cristalina com escassos lençóis freáticos (Ferri, 1980). Além disso, Silva et al. (2005) afirmaram que a baixa disponibilidade pluvial é uma característica do próprio semiárido nordestino, onde a média anual variam entre 300 mm a 800 mm, se intensificando a irregularidade na distribuição espacial e temporal. Mesmo na curta estação chuvosa, que perdura por cerca de três a quatro meses, a precipitação total observada é extremamente irregular de local para local. Segundo Porto et al. (1983), apenas três em cada dez anos são considerados normais quanto à distribuição das precipitações. Tais fatores levam parte da população nordestina a utilizar a água da chuva para suprir as necessidades de uso doméstico e das atividades na agricultura.

O semiárido brasileiro foi o pioneiro na arte de captação de águas pluviais, com várias experiências de tecnologias de sucesso de captação e manejo de água de chuva para uso humano, para criação de animais e produção de alimentos. A maioria desses sistemas são desenvolvidos por agricultores familiares, com ênfase na construção de cisternas para uso humano, cisternas adaptadas para a agricultura, barragens subterrânea, barreiros e caxios, pequenos açudes, caldeirão (tanque de pedra) e aproveitamento do escoamento de águas pluviais do telhado de edifícios, indústrias, entre outros (Machado, 2008).

[1] Engenheiro Agrônomo. Pesquisador de Biocombustíveis do CETENE. Av. Prof. Luis Freire, nº 01 Cidade Universitária, CEP: 50740-540 Recife – PE. Tel.: 0055-81-3334.7200. E-mail: marcelo.andrade@cetene.gov.br
[2] Engenheiro Químico. Coordenador de Biocombustíveis do CETENE
[3] Engenheira de Produção. Pesquisadora do CETENE
[4] Graduanda em Agronomia. Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns
[5] Graduando em Agronomia. Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns

O município de Caetés esta localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião Garanhuns do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Venturosa, a sul com Paranatama, a leste com Garanhuns e Capoeiras, e a oeste com Pedra. A área municipal ocupa 322,9 km² e representa 0.33 % do Estado de Pernambuco. A sede do município tem uma altitude aproximada de 849 metros e coordenadas geográficas de 08° 46' 23" de latitude sul e 36° 37' 21" de longitude oeste. As fontes de recursos hídricos são limitadas e quanto as águas subterrânea, de acordo com levantamento de Beltrão et al. (2005), 95% dos poços perfurados foram abandonados ou não instalados, por estarem secos, os testes de condutividade indicaram que 75% da água é salina e 25% salobra, o custo para dessalinização é elevado e os resíduos podem causar impactos negativos ao meio ambiente. De acordo com a EMBRAPA (2007) as águas pluviais na região não ultrapassam a média anual de 800 mm, índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evaporação potencial, no período entre 1961 e 1990 e o risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

Em 2007 o Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE), unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), inaugurou a Usina Experimental de Biodiesel de Caetés, que foi a primeira a produzir biodiesel em Pernambuco. A unidade é credenciada na ANP com autorização para produzir diariamente 1.000 litros, sendo exclusivamente para fins de pesquisa. Para o aproveitamento energético e sinergia de processos, o CETENE está implantando um Centro Tecnológico em Bioenergia, em complementação a usina de biodiesel de Caetés, com sistema de aquecimento solar, Plantas piloto de produção de biofertilizante e biogás, bioquerosene, bioinseticida, álcoois e dióis, entre outras. O objetivo é obter fontes de energia mais limpa a partir dos recursos naturais e aproveitar todos os rejeitos e coprodutos. Será um modelo inovador e terá efeito multiplicador. O Centro possui ainda uma área experimental de oleaginosas perenes, a serem destinadas para a produção de biodiesel, e conta com vários estudos em retenção de umidade de solo, controle de erosão do solo e perdas de nutrientes, além de sistemas alternativos de captação e uso de águas pluviais.

Em toda cadeia produtiva do Centro de Bioenergia do CETENE existe a demanda por água, principalmente na área de plantio de oleaginosas e produção de biocombustíveis. Diante da escassez de água pela ausência de linhas de distribuição da companhia de abastecimento de água, a unidade contratava serviços de abastecimento através de caminhões pipa para suprir à necessidade da mesma. Paralelamente a isso, foram procuradas soluções viáveis que pudessem reverter tal situação para um sistema autossustentável de captação de água que suprisse sua demanda.

O presente trabalho teve como objetivo o aproveitamento de águas pluviais captadas na área coberta dos dois galpões do Centro de Bioenergia do CETENE, no município de Caetés, Agreste pernambucano, para suprir as necessidades de produção e irrigação, em caso de emergência, das oleaginosas perenes na área experimental do centro.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema de captação de águas pluviais foi implantado com utilização de calhas receptoras de zinco colocadas nas extremidades das cobertas dos dois galpões do Centro de Bioenergia do CETENE. com área de 560 m² e conectadas a tubulações de PVC que direcionam toda água para uma cisterna fechada de alvenaria com capacidade volumétrica de 48 mil litros, conforme mostram as Figuras 1 a 3. Para escoamento da área de cobertura de 560 m², foram utilizadas 70 m de calhas de zinco (0,20 m de largura x 0,15 m de altura) e 40 m metros de tubulações de PVC de 100 mm. As coletas dos dados de precipitação pluviométrica foram realizadas com auxílio de uma estação meteorológica digital completa, do modelo E-5000 da marca IRRIPLUS®.

O estudo foi desenvolvido no período de setembro de 2011 a Maio de 2012 no Centro de Bioenergia do CETENE, no município de Caetés no estado de Pernambuco, com coordenadas geográficas de 08° 46' 23" de latitude sul e 36° 37' 21" de longitude oeste e altitude média de 849 m. O clima é do tipo Tropical Chuvoso com verão seco.

A. B.

Figura 1. Calha e tubulação para captação de água do galpão 1 (a) e do galpão 2 (b) do Centro de Bioenergia

Figura 2. Cisterna de 48 m³ para armazenamento de água pluvial

Figura 3. Galpões do Centro de Bioenergia com o sistema de captação de águas pluviais

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de captação de água no período de setembro de 2011 a maio de 2012 são mostrados na Tabela 1. Observa-se uma variação mensal na captação de água relacionada a distribuição irregular das chuvas, também relatadas por Ferri (1980), que identifica como principal característica desta região a irregularidade do regime de precipitação pluviométrica, tanto no tempo, como no espaço.

Tabela 1. Dados de precipitação (mm), volume captado para a cisterna (m³), necessidade de produção do Centro de Bioenergia e o déficit mensal

Mês	Precipitação (mm)	Volume H_2O captado no sistema (m³)	Necessidade do centro (m³)	Balanço hídrico (m³)
Set/2011	33,4	18,7	40	-21,3
Out/2011	21,6	12,1	40	-27,9
Nov/2011	25,2	14,1	40	-25,9
Dez/2011	0	0	40	-40,0
Jan/2012	15,0	8,4	40	-31,6
Fev/2012	46,2	25,9	40	-14,1
Mar/2012	40,8	22,8	40	-17,2
Abr/2012	22,5	12,6	40	-27,4
Mai/2012	36,5	20,4	40	-19,6

A necessidade média do Centro de Bioenergia do CETENE de água para o processo é de 40 m³ mensal. O déficit em todos os meses estudados está relacionado com o período de estiagem na região, que já é considerada pelos meteorologistas a maior nos últimos 30 anos. Entretanto, a economia nos nove meses de realização da pesquisa com captação de 135 m³ de água foi de R$ 1.930,00, considerando o custo de cada metro cúbico de água abastecido por caminhão pipa de R$ 14,30.

A Figura 4 mostra um comparativo considerando-se diferentes volumes captados, de acordo com uma simulação da precipitação pluviométrica anual.

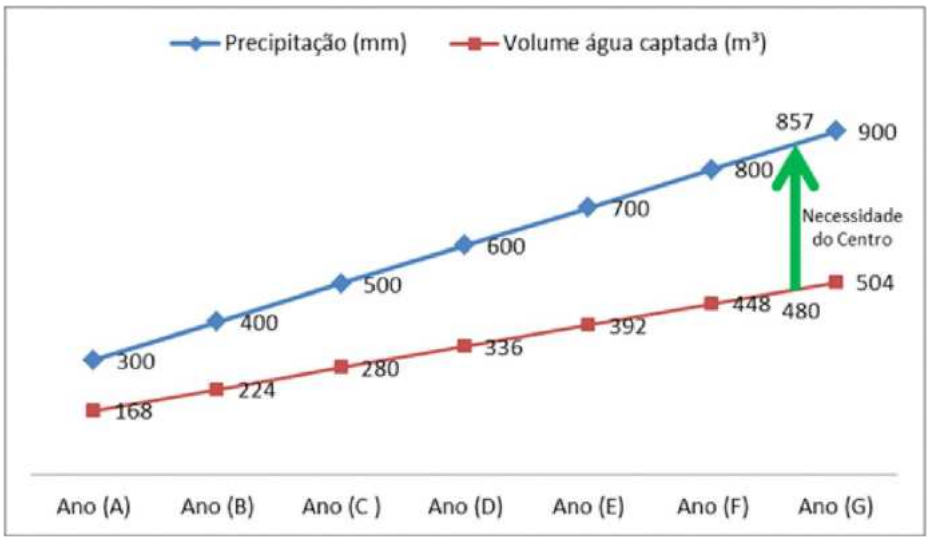


Figura 4. Comparação de volumes captados de água em função da precipitação pluviométrica anual

Observa-se na Figura 4 que no ano que a precipitação pluviométrica ultrapassar o patamar dos 850 mm, a demanda de água para o processo produtivo do Centro de Bioenergia seria suprida. Dados do APAC (2011) apontam que a pluviosidade média anual da região é inferior a 800 mm, porém, essa técnica tem vantagens em relação a outros sistemas devido as principais características edafoclimática do município que são a irregularidade do regime de precipitação pluviométrica, podendo ocorrer toda precipitação prevista para o ano em apenas quatro meses. As fontes de águas subterrâneas não são aproveitas para o consumo por serem de pouca quantidade, salobra ou salgada. Assim como os barreiros que perdem água rapidamente pela alta evaporação da região tornando-as salinas. Os solos são arenosos, pobres em nutrientes e matéria orgânica e é muito comum o afloramento de rochas na superfície do solo associados a impedimentos ocasionados por grandes pedras em profundidades de 20 a 40 cm limitando consideravelmente a prática da agricultura. Dados da EMBRAPA (2007) mostram que a evaporação de água, dependendo das dimensões e volume dos barreiros e similares, pode alcançar 30% ao mês.

Em comparação ao sistema implantado no Centro de Bioenergia de Caetés, vários estudos mostram que a prática de captação de águas pluviais em telhados de galpões é desenvolvida com sucesso em diversas regiões. Thomaz (1993) mostrou o aproveitamento da água de chuva em uma indústria de tingimento de tecidos, captada através de um telhado de 1.500 m² e armazenada em reservatório subterrâneo de 370 m³. Já em Blumenau foi instalado sistema de aproveitamento de água pluvial em um hotel com 569,50 m² de área de cobertura e com volume da cisterna utilizada de 16 m³, estimou-se uma economia anual de água potável em torno de 684 m³ (Bella Calha, 2008).

A Tabela 2 mostra um comparativo de captação de água e custo anual com uma simulação para diversas precipitações pluviométricas. Tomou-se como base o custo de cada metro cúbico com abastecimento em caminhão pipa e a tarifa aplicada, para o consumo médio do Centro de Bioenergia do CETENE, pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) para o setor industrial no mês de maio de 2012.

Tabela 2. Comparação do custo de fornecimento de água em função do volume captado pela simulação da projeção da precipitação anual

Projeção Precipitação anual (mm)	Volume H_2O captado no sistema (m^3)	Custo de fornecimento COMPESA *	Custo de fornecimento caminhão pipa **
300	168	R$ 1.722,00	R$ 2.402,40
400	224	R$ 2.296,00	R$ 3.203,20
500	280	R$ 2.870,00	R$ 4.004,00
600	336	R$ 3.444,00	R$ 4.804,80
700	392	R$ 4.018,00	R$ 5.605,60
800	448	R$ 4.592,00	R$ 6.406,40
900	504	R$ 5.166,00	R$ 7.207,20

* Tarifa aplicada para o setor industrial pela COMPESA em Maio/2012: R$ 10,25/m^3
** Valor da água pelo fornecimento em caminhão pipa: R$ 14,30/m^3

Os dados da Tabela 2 simulam quanto seriam gastos com água com as projeções da precipitação pluviométrica anual. Considerando uma estimativa de 700 mm, e com fornecimento de água para o Centro de Bioenergia através de caminhão pipa, a economia seria de 392 m^3 de água a um custo de R$ 5.605,60. Isso indica que o investimento seria amortizado em apenas dois anos. Essa tecnologia pode ser replicada e utilizada no setor industrial para resfriamento, climatização, lavanderia industrial, lavagem de maquinários, abastecimento de caldeiras, lava jatos de veículos, entre outros. Na agricultura, vem sendo empregada principalmente na irrigação de plantações (May & Prado, 2004).

CONCLUSÕES

De acordo com o que foi apresentado, o sistema de captação de água do Centro de Bioenergia do CETENE em Caetés – PE mostrou-se eficiente, tornando-se mais uma forma de armazenar água de chuva, principalmente em períodos de estiagem prolongada, quando os recursos hídricos são bastante limitados.

A economia nos meses estudados foi de 135 m^3 de água, mesmo com um período prolongado de seca. Essa tecnologia mostra ser viável na região principalmente se a precipitação anual for superior aos 600 mm e se comparado com outros sistemas como captação de águas de recursos hídricos e obtenção de águas subterrânea, devido a distribuição irregular das chuvas e salinidade da água, respectivamente.

No ano em que a precipitação pluviométrica ficar no patamar dos 850 mm, o sistema de captação instalado no Centro de Bioenergia do CETENE poderá captar toda água necessária para suprir a necessidade da linha de produção, diminuindo ou até eliminando a contratação dos serviços de abastecimento de água por caminhão pipa, reduzindo assim os custos de operação com uma tecnologia autossustentável com efeito multiplicador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bella Calha. Sistemas de Aproveitamento de Água de Chuva e Equipamentos. Disponível em: http://www.bellacalha.com.br. Acessado em junho de 2012.

Beltrão, B. A.; Mascarenhas, J. de. C.; Miranda, J. L. F. de; Junior, L. C. de S. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por água subterrânea – Diagnóstico do município de Caetés – PE. Recife,: Ministério de Minas e Energia, 2005. 11p.

Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa semiárido, 2007. 179p.

Ferri, M.G. Vegetação Brasileira. 1 e.d. Belo Horizonte. Editora Itatiaia, 1980. 157p.

APAC (Agência Pernambucana de Águas e Climas). Tempo/clima: Meteorologia. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/. Acesso em agosto de 2011.

Machado, T.G. Aproveitamento de Água Pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações. Barretos: UNIFED, 2008. 46p. Monografia do curso Engenharia Civil Ênfase Ambiental

May, S. & Prado, R. T. A. n In: CLACS' 04 –Conferencia Latino - Americana de Construção Sustentável, 1, e ENTAC 04, - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 10, 2004, São Paulo, Anais. CD Rom, 2004.

Porto, E.R.; Garagorry, F.L.; Silva, A. S.; Moita, A.W. Risco climático: estimativa de sucesso da agricultura depende de chuvas para diferentes épocas de plantio, I, Cultivo do feijão (Phaseolus vugaris L.) (Documento, 23). Petrolina,: EMBRAPA-CPATSA, 1983. 129p.

Silva, L.; Almeida, H.A.; Costa Filho, J.F. Captação de água de chuvas na zona rural: uma alternativa para a convivência no semiárido nordestino. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 5, Teresina, 2005. 8p.

Tomaz, P. Aproveitamento de Água de Chuva. 2.e.d. São Paulo: Navegar, 2003.183p.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

INFLUÊNCIA DA ÁGUA DA CHUVA E DE DIFERENTES PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS NO CULTIVO DO MILHO (*Zea mays* L.), NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Tatyana Keyty de Souza Borges[1], Abelardo Antônio de Assunção Montenegro[2], Thaís Emanuelle Monteiro dos Santos[3], Valdemir de Paula e Silva Junior[4] & Edivaldo Ferreira dos Santos[5]

Resumo: O semiárido brasileiro possui sua capacidade produtiva limitada, por causa das características intrínsecas em relação à vegetação, clima e solo. A cobertura do solo uma prática recomendada para essas regiões, ao formar barreiras, favorecer a infiltração, proporcionando um melhor aproveitamento da água da chuva, e contribui para o desenvolvimento das culturas, ao reduzir a perda de água. Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes tipos de cobertura vegetal na superfície do solo para manutenção do teor de água, bem como no cultivo da cultura do milho (*Zea* mays L.). O cultivo foi desenvolvido no semiárido pernambucano, sob chuva natural, durante o ciclo do milho, no período de abril a julho de 2011. Os resultados obtidos demonstram que o tipo de cobertura do solo influenciou no desenvolvimento do milho, ao minimizar os efeitos oriundos do estresse hídrico, favorecendo um melhor aproveitamento da água da chuva.

Palavras-chave: umidade, barramento, sequeiro.

INTRODUÇÃO

Em todo território brasileiro, o milho (*Zea mays L.*) é cultivado, destacando-se das demais por ocupar uma das maiores áreas cultivadas do país, perdendo somente para a soja, que ocupa 45% da área total, ou seja, 20,7 milhões de hectares; em seguida tem-se o milho, com 29,6% ou seja, 13,6 milhões de hectares CONAB (2007). O milho é uma cultura que pode ter sua produção comprometida, devido suas exigências hídricas. Para produzir alimentos nestas regiões, é necessária a utilização de práticas apropriadas de uso e gestão dos recursos hídricos.

Segundo Brito et al. (2012), a água é fator limitante na região, tanto para o consumo das famílias e dos animais como para produção de alimentos. Além disso, os sistemas de exploração agropecuários utilizados pelos pequenos agricultores sobrevivem em equilíbrio precário com os sistemas agroecológicos e socioeconômicos. O fenômeno que caracteriza esse desequilíbrio está associado, principalmente, à irregularidade pluviométrica, o que torna a agricultura de sequeiro uma atividade de alto risco. Com isso, semiárido brasileiro possui sua capacidade produtiva limitada, por causa das características intrínsecas em relação à vegetação, clima e solo. A maior parte dessa chuva não é aproveitada em todo o seu potencial, pois mesmo existindo barreiros e açudes no Nordeste, cerca de 36 bilhões de m^3 se perdem anualmente pelo escoamento superficial (Cavalcante & Resende, 2001).

Com a distribuição irregular da precipitação, ocorre a concentração de eventos erosivos em determinadas épocas do ano, que tem como consequência a perda de água, devido ao processo de enxurrada, além de problemas para as terras cultiváveis, com a perda de nutrientes do solo e a limitação da agricultura de sequeiro. Essas perdas por erosão continuam sendo elevadas, uma vez que, a maioria dos agricultores não utiliza técnicas de manejo e conservação adequadas ao solo (Oliveira et al., 2010). No semiárido pernambucano, as bacias hidrográficas rurais comumente são exploradas com a agricultura de sequeiro, nas encostas, durante o período

[1] Estudante de Mestrado; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Recife, CEP 50.910-130, e-mail: tatyana_keyty@yahoo.com.br
[2] Professor Adjunto, Departamento de Tecnologia Rural; Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: abelardo.montenegro@yahoo.com.br
[3] Professora Adjunta; Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
[4] Estudante de Doutorado; Departamento de Tecnologia Rural; Universidade Federal Rural de Pernambuco
[5] Bolsista de ApoioTécnico - CNPq

chuvoso, e com a pequena agricultura irrigada de base familiar, nos vales aluviais. Assim, é importante o aprimoramento de técnicas simples e práticas que reduzam essas perdas (Santos et al., 2011).

De acordo com Silva et al. (2011), preparos conservacionistas e sistemas de manejo relacionados aos diferentes tipos de cobertura e preparos do solo, proporcionam uma maior eficiência no controle da erosão hídrica. A cobertura do solo é uma prática recomendada para as regiões semiáridas, uma vez que contribui para o desenvolvimento das culturas, reduz a perda de água e diminui a erosão superficial (Souza et al., 2008). Souza & Matsura (2002) citam alguns métodos diretos e indiretos que possibilitam quantificar a umidade do solo: o gravimétrico (método direto padrão), além dos métodos indiretos que, podem ser baseados na constante dielétrica do solo (K) e, os mais utilizados são o de reflectometria no domínio do tempo (TDR) e freqüência no domínio do tempo (FDR) ou técnica por capacitância (Silva et al., 2008). As sondas FDR, de acordo com Gardner et al. (1991), são conhecidas também como sensores utilizados para monitoramento da água do solo por capacitância e, incluem as sondas EnvironScan® e Diviner 2000®.

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes tipos de cobertura do solo na manutenção do teor de água, bem como no cultivo da cultura do milho (*Zea mays L.*), no semiárido pernambucano, sob chuva natural.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na região de Pesqueira/PE, em uma encosta da Bacia Representativa do Alto Ipanema, entre 8° 34' 17" e 8° 18' 11" de Latitude Sul e 37° 1' 35" e 36° 47' 20" de Longitude Oeste, com área de 183 km² (Figura 1), em um solo classificado como Argissolo Amarelo Eutrófico abrúptico. O clima na região é, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo BSs'h' (extremamente quente, semiárido), com precipitação total anual média de 730 mm e evapotranspiração potencial anual média de 1683 mm, (Montenegro & Montenegro, 2004).

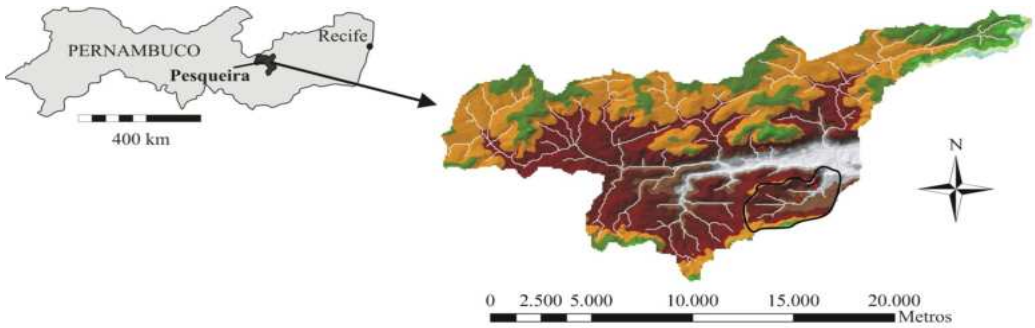


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Alto Ipanema- PE

As plantas de milho (*Zea mays L.*) Híbrido AG (1051), foram cultivadas no período de abril a julho de 2011(estação chuvosa), em parcelas experimentais, delimitadas por alvenaria, com dimensões efetivas de 4,5 m de largura por 11 m de comprimento, perfazendo uma área de 49,5 m², sendo a maior dimensão no sentido do declive. No centro de cada parcela foram instalados tubos de acesso para monitoramento da umidade com a sonda de Capacitância, modelo Diviner 2000®, realizado a cada 15 dias, a 20 cm de profundidade.

Cada parcela correspondeu a um tratamento, sem repetição na mesma área, sob cinco condições de cobertura (Figuras 2a a 2d): solo descoberto (SD); cultivo do milho com cordão vegetativo com palma forrageira (P) de modo a formar barreiras para contenção do escoamento superficial, no espaçamento de 0,25 x 0,5 x 3,0 m; solo com cobertura natural (CN); cultivo do milho em nível com barramento em pedras, com aproximadamente 8 cm de altura e 10 cm de largura, com distância de 1 m entre os barramentos, associado com cobertura morta (BCM) e cultivo do milho morro abaixo (MA) de acordo com os agricultores da região.

A. B.

C. D.

Figura 2. Parcela experimental com tratamento: (A) Barramento com cobertura morta (BCM); (B) cordão vegetativo com palma (P); (C) cultivo morro abaixo (MA); (D) solo descoberto (SD) e cobertura natural (CN)

O plantio foi realizado no mês de abril, sendo plantadas três sementes por cova e, aos 15 (DAP) dias após o plantio, realizou-se o desbaste, deixando-se somente uma planta por cova, no espaçamento 0,80 x 0,40 m . Utilizou-se adubação de fundação, com 45,45 $kg.ha^{-1}$ de uréia, 300 $kg.ha^{-1}$ de superfosfato simples e 17,24 $kg.ha^{-1}$ de cloreto de potássio. O superfosfato simples foi aplicado todo no dia do plantio, devido à baixa mobilização do fósforo, enquanto que as doses de uréia (90,90 $kg.ha^{-1}$) e cloreto de potássio (17,24 $kg.ha^{-1}$) foram fracionadas em fundação e cobertura, aos 30 DAP. As alturas do colmo (ALT) foram determinadas utilizando-se trena, sendo realizada a medição de 15 plantas aleatoriamente por parcela, a cada 15 dias, durante o desenvolvimento da cultura. Também foram avaliadas altura da inserção da primeira espiga (ALTP), diâmetro basal do colmo (DC), Diâmetro com (DP) e sem palha (DS) da espiga, e peso da matéria verde (MV) e da matéria seca (MS) do milho ralado. Na determinação da matéria seca, uma espiga de cada uma das 15 plantas/ tratamento foi coletada, ralada e colocada em estufa, com circulação constante de ar, a 65º C por 96 horas e em seguida determinados os pesos secos. Para quantificação do registro diário das chuvas, utilizou-se um pluviógrafo automático, modelo TB4-L Rain Gauge da Campbell Scientific, com resolução de 0,254 mm. Cada equipamento está acoplado a um datalogger modelo CR1000, programado para registrar os eventos a

cada 5 min (Santos et al., 2011). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa computacional SAS – Statistical Analitical System (SAS Institute, 1998), ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3, são apresentados os dados sobre o comportamento temporal da precipitação pluvial total no período em estudo, no município de Pesqueira, com lâmina total precipitada de 451,61 mm. Dessa forma, ocorreu uma necessidade de água para o desenvolvimento da cultura, que apresentou sintomas de murchamento, porém foi possível completar o ciclo, principalmente nas parcelas com a utilização de diferentes tipos de cobertura no solo, que proporcionou um incremento na manutenção da umidade do solo. Logo, as perdas de água podem ser minimizadas com a adoção de práticas conservacionistas, garantindo uma produção com menor impacto ao meio ambiente e com menor custo (Silva et al., 2011).

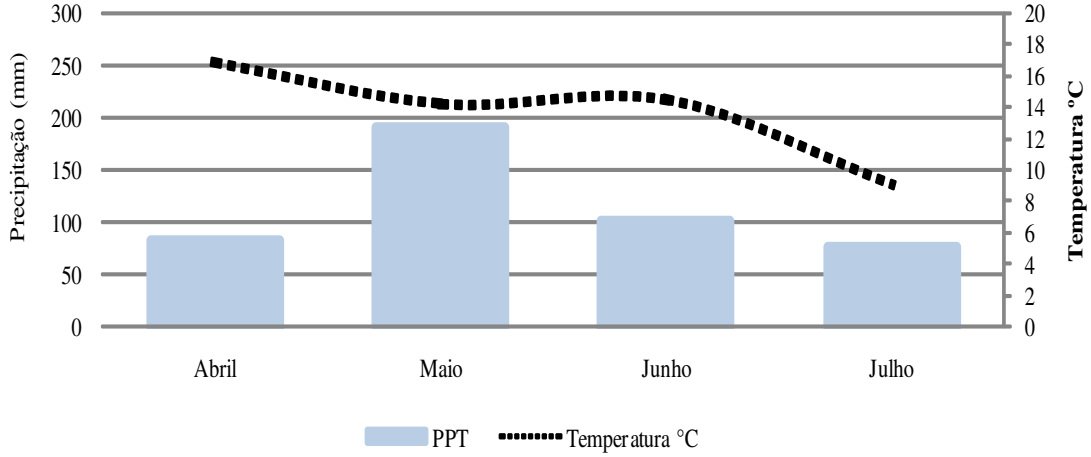


Figura 3. Distribuição temporal da precipitação total e da temperatura, na área experimental, no período de abril a julho de 2011

De acordo com Doorenbos & Kassan (1979), a diminuição na produtividade, ocasionada por déficit hídrico durante o período vegetativo e de maturação, durante o ciclo do milho, é relativamente pequena, enquanto que, no o florescimento e nos períodos de formação da produtividade será maior. Estes autores, afirmam também que, as necessidades de água durante o desenvolvimento da cultura pode variar, em média, entre 500 – 800 mm. Os maiores índices pluviométricos concentraram-se nos meses de maio (190,63 mm) e junho (101,63 mm); enquanto que abril e julho apresentaram os menores totais precipitados, 82,04 mm e 77,21 mm respectivamente.

De acordo com Wagner et al. (2011), a temperatura é outro elemento climático muito importante, nos períodos fenológicos da cultura: germinação e emergência; crescimento vegetativo; floração; frutificação e maturação fisiológica. As exigências climáticas podem variar para os processos de germinação e crescimento do milho, porém poucos genótipos dessa cultura se desenvolvem com temperaturas inferiores a 10°C (Maluf et al., 2001). Em abril e junho foram registradas temperaturas de 34, 52 °C e 15,89 °C, que correspondem à maior e a menor temperatura durante o período analisado. Ritchie & Nesmith (1991) consideram que a temperatura máxima para o milho está na ordem de 19 a 34°C. O teor de umidade na parcela MA apresentou-se superior aos demais tratamentos, na ordem de 0,13 $cm^3.cm^3$, porém não favoreceu o desenvolvimento da cultura do milho. Já o tratamento BCM, proporcionou um incremento de 0,12 $cm^3.cm^3$, contribuindo com uma maior infiltração e um melhor aproveitamento da água da chuva, além de reduzir a perda por evaporação, devido a presença da cobertura morta. O tratamento com SD (0,11 $cm^3.cm^3$) apresentou umidade superior ao

com P (0,10 $cm^3.cm^3$) e CN (0,06 $cm^3.cm^3$), pois ocorreu uma demanda das plantas para se desenvolverem, ao contrário do SD.

Na Tabela 1, pode-se observar que ocorreu diferença estatística para altura do colmo (ALT) das plantas e altura da primeira espiga (PE), no qual o tratamento B foi significativamente melhor em relação ao MA, porém não houve diferença estatística em relação ao tratamento com P. A redução no crescimento das plantas representa um mecanismo de defesa nas condições de estresse hídrico, reduzindo as perdas de água, como se pode observar no tratamento MA, que favorece o processo da enxurrada. Segundo Moura et al. (2006), as respostas fisiológicas das plantas, geralmente tendem a ser modificadas sob condições de duração e severidade do estresse hídrico.

Tabela 1. Médias das avaliações agronômicas realizadas durante o ciclo do milho, em função de diferentes tipos de cobertura do solo

Tratamentos	Altura do colmo (cm)	Diâmetro basal do colmo (cm)	Altura da 1ª espiga (cm)	Diâmetro da espiga com palha (cm)	Diâmetro da espiga sem palha (cm)	MV (g)	MS (g)
BCM	148,93a	8,38a	0,81a	18,86a	13,39a	112,34a	26,64a
P	137,53a	7,39b	0,81a	19,81a	14,79a	123,42a	30,04a
MA	69,60b	6,92b	0,50b	16,23a	22,41a	64,84b	8,22b
Média	118,69	7,56	0,71	18,30	16,86	100,20	21,63
C.V. (%)	0,36	0,09	0,25	0,10	0,28	0,31	0,54

Médias seguidas de letras minúsculas na mesma coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Para o diâmetro e comprimento da espiga com e sem palha, os resultados obtidos indicam semelhanças entre os tratamentos. Porém, a matéria verde e seca dos tratamentos BCM e P apresentaram valores significativamente maiores que o MA. Brito et al. (2012), avaliaram a produtividade da água da chuva, na cultura de milho e obtiveram, em média, uma produtividade de 3953,3 kg ha^{-1}, altura da planta de 1,54 cm; diâmetro basal, 0,12 m; peso da espiga, 0,22 kg; matéria verde e seca dos grãos de 0,28 e 0,10 kg, respectivamente.

CONCLUSÕES

Os tratamentos com barramento e com cobertura morta, e com palma proporcionaram teores de umidade que favoreceram o desenvolvimento da cultura do milho, atuando eficientemente na altura da primeira espiga do milho, na matéria verde, bem como na matéria seca .

A utilização de práticas conservacionistas de fácil acesso aos produtores rurais familiares podem incrementar significativamente a produção do milho de sequeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brito, L. T. L.; Cavalcanti, N. B.; Silva, A. S. & Pereira, L. A. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.32, n.1, p.102-109, jan./fev. 2012.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Avaliação da Safra Agrícola 2006/2007 – Sétimo Levantamento. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Abril, 2007.

Doorenbos, J.E.; Kassam, A.H. Yield response to water. Roma: FAO, 1979. 193p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 33).

Gardner, C.M.K.; Bell, J.P.; Cooper, J.D.; Dean, T.J.; Hodnett, M.G.; GARDNER, N. Soil water content. In: Smith, R.A.; Mullings, C.E. (ed.) Soil analysis: Physical methods. New York: Marcel Dekker, 1991, cap.1, p. 1-73.

Maluf, J.R.T.; Cunha, G.R. da; Evangelista, B.A. Zoneamento: períodos de semeadura. Safra 2000/2001. In: Indicações técnicas para a cultura de milho no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fepagro, Embrapa Trigo, Emater/RS, Fecoagro/RS, 2001. 135p. (Boletim Técnico, 7).

Montenegro, S. M. G. L.; Montenegro, A. A. A. Aproveitamento sustentável de aqüíferos aluviais no semi-árido. In: Cabral, J. J. S.; Ferreira, J. P. C. L.; Montenegro, S. M. G. L.; Costa,W.(ed.). Água subterrânea: aqüíferos costeiros e aluviões, vulnerabilidade e aproveitamento. Recife: UFPE, 2004. cap.2, p.61-117.

Moura, E. G; Teixeira, A. P. R.; Ribeiro, V.S.; Aguiar, A. C. F.; Farias, M. F. Crescimento e produtividade da cultura do milho (*Zea mays*) submetido a vários intervalos de irrigação, na região da Pré-Amazônia. Irriga, Botucatu, v. 11, n.2, p.169-177, 2006.

Cavalcanti, N. B. & Resende, G. M. Avaliação de barreiros e finalidade da água armazenada na região semi-árida da Bahia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola & Ambiental, Campina Grande, v.5, n.3, p.568-570, 2001.

Oliveira, J. R.; Pinto, M. F.; Souza, W. J.; Guerra, J. G. M. & Carvalho, D. F. Erosão hídrica em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes padrões de chuva simulada. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.2, p.140-147, 2010.

Ritchie, J.T. & Nesmith, D.S. Temperature and Crop Development. In: Modeling Plant and Soil Systems. Hanks and Ritchie (Eds.). ASA, CSSSA, SSSA, Madison, WI. 1991. 289p.

Santos, T. E.; Montenegro, A. A. A.; Silva, D. D. Umidade do solo no semiárido pernambucano usando-se reflectometria no domínio do tempo (TDR). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, n. 7, p. 670-679, 2011.

SAS Institute, Inc. The SAS System for Windows: Release v.6.8, Cary, 1998.1 CD-ROM.

Silva, C.R.; Andrade Júnior, A. S.; Souza, C. F. Aspectos práticos na utilização da técnica de capacitância: desafios e aprendizagem. In: Claudinei Fonseca Souza. (Org.). Aplicações de Técnicas eletromagnéticas para o monitoramento ambiental. 1 ed. Taubaté: Unitau, v. 1, p. 25-45, 2008.

Silva, M. A.; Silva, M. L. N.; Curi, N.; Avanzi, J. C.; Leite, F. P. Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do Vale do Rio Doce, MG. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 765-776, 2011.

Souza, C.F. & Matsura, E.E. Avaliação de sondas de TDR multi-haste segmentadas para estimativa da umidade do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.1, p.63-68, 2002.

Wagner, M. V.; Jadoski, S. O.; Lima, A. S.; Maggi, M. F.; Pott, C. A. & Suchoronczek, A. Avaliação do ciclo fenológico da cultura do milho em função da soma térmica em Guarapuava, Sul do Brasil. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.4, n.1, p.135–149, 2011.

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE VIDA: ESTUDO DE CASO EM SERRA BRANCA, CARIRI PARAIBANO

Edgard Malagodi[1], Vanessa Belmiro dos Santos[2],
Clovis A. Vieira de Melo[3] & Ronaldo Laurentino de Sales Jr.[4]

Resumo: Pretende-se discutir os efeitos da adoção de cisternas de placa de 16.000 litros em famílias rurais do Cariri Paraibano, a partir de uma pesquisa em 8 municípios do Cariri Ocidental e Oriental. As cisternas foram construídas dentro do P1MC, do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) com participação das famílias. Examinou-se o desempenho das cisternas após mais de 5 anos de uso. Usando dados preliminares da pesquisa, examina-se o caso da zona rural de Serra Branca, município localizado na região do Cariri paraibano, onde famílias camponesas foram beneficiadas com a construção das cisternas de placas para o armazenamento de água da chuva, a ser utilizada em época de seca. O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) é uma das ações nascidas da concepção da ASA, Articulação no Semiárido Brasileiro, de realizar a "Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido". Através da apresentação de usando dados quantitativos e qualitativos compara-se as condições de vida das famílias nos períodos anterior e posterior à construção da cisterna.

Palavras-chave: Cisterna de placa; P1MC, Sociedade Civil Organizada, Convivência com o Semiárido, Cariri paraibano.

INTRODUÇÃO

Pretendemos neste artigo discutir o impacto do P1MC nas comunidades em que o programa foi amplamente implementado. Toma-se como área de observação 9 (nove) comunidades de Serra Branca, município localizado na Microrregião do Cariri Oriental do Estado da Paraíba. Os dados foram obtidos em março de 2011, e fazem parte dos resultados do Projeto de Pesquisa "Avaliação do Desempenho do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) quanto à sustentabilidade e resiliência no Semiárido nordestino", uma iniciativa da UFCG em parceria com o CNPq[5]. Utiliza-se aqui metodologia quantitativa e qualitativa e procura-se avaliar a efetividade do P1MC tanto no que se refere aos aspectos técnicos (dimensões da cisterna, da área de captação), quanto em relação aos objetivos sociais e políticos desse programa que é, para além da construção de 1 (hum) milhão de cisternas rurais, o desenvolvimento de um amplo processo de ***formação e mobilização social para a convivência com o Semiárido***.[6]

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada para o levantamento dos dados foi a aplicação de questionários em uma amostra aleatória, acompanhada de entrevistas com perguntas abertas e o registro de imagens. A amostra foi sorteada a partir da lista de todas as cisternas construídas em Serra Branca pelo P1MC, que totalizavam 267 até o ano

[1] Doutor em Ciências Sociais, Professor – Titular da Universidade Federal de Campina Grande, emalagodi@gmail.com
[2] Mestranda do PPGCS, Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais (UFCG), vanessa_belmiro@ig.com.br
[3] Doutor em Ciência Política. Professor Adjunto da Universidade Federal da Paraíba, clovis.melo@ufcg.edu.br
[4] Doutor em Sociologia. Professor Adjunto da Universidade Federal da Paraíba, ronaldo.sales@gmail.com
[5] Projeto de Pesquisa "Avaliação do desempenho do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) quanto à sustentabilidade e resiliência no Semiárido nordestino". Edital MCT/CNPq/ CT- Hidro nº 021/2009. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais/ Universidade Federal de Campina Grande. Coordenação Prof. Dr. Edgard Malagodi. Neste artigo foram utilizados dados preliminares desta pesquisa. (Malagodi, 2009)
[6] O P1MC, proposto por centenas de entidades da sociedade civil, nos estados do Nordeste e da Bahia e Minas Gerais, que compõem a ASA – Articulação do Semi-Árido, objetiva resgatar as famílias para uma vida digna e cidadã, e propor ações dentro do novo paradigma da "convivência" com o clima semi-árido. No que diz respeito à água, sugere que "toda família pode, sem grande custo, dispor de água limpa para beber e cozinhar e, também, com um mínimo de assistência técnica e crédito, viver dignamente, plantando, criando cabras, abelhas e galinhas". (ASA, 1999) O P1MC é a primeira grande ação da ASA-Brasil. Sobre o conceito de convivência ver Duque, 2009; Silva, 2003 e 2006; Targino et al. 2009

de 2011. Foram aplicados 19 questionários e realizadas 7 entrevistas semi-dirigidas com famílias que foram beneficiadas com cisternas de placa do P1MC, Programa Um Milhão de Cisternas, da ASA/MDS, dentro de amostra geral da pesquisa de 180 famílias de diversos municípios do Cariri Paraibano[7]. No presente trabalho pretende-se utilizar preferencialmente os resultados obtidos na pesquisa qualitativa, nas comunidades rurais do Município de Serra Branca, aliás bastante representativas para toda a região do Cariri ocidental e oriental. Utilizamos aqui especialmente os dados colhidos nas entrevistas semi-dirigidas, metodologia muito usada nas ciências sociais. Este método permite ao investigador observar as e experiências de vida, bem como a percepção das pessoas sobre as mudanças ocorridas, tanto do período em que não tinham a cisterna, como do período posterior em que tiveram a oportunidade de ter uma cisterna de placa como depósito de água de chuva coletada pelo telhado de sua própria casa. Nas análises qualitativas, evita-se a quantificação de situações percebidas subjetivamente pelas pessoas, mas procura-se avaliar as condições de vida e sua percepção através da manifestação livre e pessoal das próprias pessoas. Os nomes das pessoas citadas foram alterados, para preservar o anonimato das famílias pesquisadas.

De um modo geral, durante as visitas constatou-se que antes da cisterna, o acesso à água de qualidade, considerada boa para beber e cozinhar, era muito precário. Em tempos de estiagem, muitos moradores das comunidades, que não possuem água encanada, só podiam recorrer aos reservatórios existentes como açudes, barreiros e cacimbas, cavados diretamente na terra, o que acarretava dispêndio de tempo e grande esforço de trabalho para conseguirem água. Além do que: tratava-se quase sempre de água de péssima qualidade para o consumo humano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados se referem ao munícipio de Serra Branca, popularmente chamada de "Rainha do Cariri Paraibano", localizado na microrregião do Cariri Ocidental, e com aproximadamente 13 mil habitantes, a pequena cidade de Serra Branca possui uma economia baseada na agricultura de subsistência, comércio e principalmente no funcionalismo público. As principais culturas são milho e feijão. Na pecuária predomina a criação de caprinos e ovinos.

Segundo dados do PNUD- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, o município de Serra Branca ocupava a posição 0,662 no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) no ano de 2000, estando fora da faixa mais elevada do IDH (entre 0,8 e 1,0). Diante deste quadro, a melhoria no abastecimento de água, particularmente de água de boa qualidade para o consumo das pessoas, representa um passo necessário para a obtenção de um salto de qualidade nos indicadores de Desenvolvimento Humano.

A água utilizada para o consumo humano, inclusive para beber e cozinhar, majoritariamente de açudes e de poços, que em geral continham muitas impurezas ou eram impróprias para o consumo humano, tanto no que se refere às impurezas como à sua composição química.

Tabela 1. Origem da água utilizada antes da cisterna

Tipo de fonte	%
Poço	25,6
Açude	25,6
Cacimba	5,1
Nascente	2,6
Carro Pipa	2,6
Outros	38,5
Total	100,0

Fonte: pesquisa própria

[7] No caso do município de Serra Branca foram visitadas as seguintes comunidades rurais: Água Doce, Caboclo, Escovão, Farias, Marias Pretas, Lagoinha, Ligeiro, Varejão e Feijão

Além da má qualidade da água dessas fontes – nos outros, há muitos casos de barreiros – que abasteciam as famílias antes das cisternas do P1MC, deve-se observar que o "poço" ou o "açude" em geral ficavam muito distantes das casas, em distâncias que variam de 1 a 5 km. Portanto, a situação de abastecimento de água anterior à captação de água de chuva exigia um grande esforço da família para trazer essa água de longe para dentro de casa. Esse aspecto veremos mais abaixo, comentando os depoimentos das pessoas nas entrevistas livres.

A pesquisa foi realizada em março de 2011, e na ocasião dispúnhamos de uma lista de 267 cisternas construídas no município pelo P1MC. As cisternas foram construídas ao longo dos anos de 2003 até 2009, principalmente, tendo já as famílias uma boa avaliação sobre o desempenho das cisternas. A maioria das famílias pesquisadas tinham a cisterna por mais de 5 (cinco) anos de uso. Neste contexto já se podia avaliar o desempenho das cisternas de 16.000 litros para o abastecimento de famílias, que em média contam com 4 pessoas.

À pergunta sobre o tempo de duração da água armazenada na cisterna obtivemos um resultado relativamente positivo.

Tabela 2. A água da cisterna dura o ano todo?

Resposta	%
Sim	69,2
Não	25,6
Sem resposta	5,1
Total	100,0

Verificou-se que mais 2/3 das famílias estão podendo contar com água das cisternas pelo ano todo. É claro que este resultado deve ser avaliado em base à orientação do Programa P1MC, e à conduta das famílias que direcionam a água da cisterna apenas para os usos nobres, água de beber, para cozinhar e escovar os dentes, sendo apenas excepcionalmente usada para outros fins.

Este resultado deve ser avaliado em relação com a pluviometria da região. Na maioria dos anos as cisternas ficam cheias e perde-se água pelo sangradouro.

Como vemos na Tabela 3, a água de chuva tem sido suficiente para abastecer as cisternas no município de Serra Branca, e uma pesquisa adicional poderia apontar os motivos pelos quais algumas cisternas (pouco mais de 10%) não ficam cheias[8].

Tabela 3. A água da chuva é suficiente para encher a cisterna

Resposta	%
Sim	69,2
Não	12,8
As vezes	12,8
Sem resposta	5,1
Total	100,0

Além do questionário, o entrevistador pediu para o entrevistado dizer como eram as condições de vida, antes da construção da cisterna do P1MC. Vários depoimentos confirmam uma situação de muitas dificuldades[9].

Dona Nair, por exemplo, relembra como era a vida, antes da cisterna.

> *"a gente se arrepiava né, quando não tinha água...não era toda hora que a gente achava água nos poços. Tinha que ir muito cedo."*

[8] Estes são dados ainda preliminares. O processamento do conjunto dos questionários e entrevistas poderá dar indicações mais precisas sobre a relação entre a pluviometria dos diversos municípios e os outros fatores (área de captação e posicionamento das calhas, também chamadas de bicas)

[9] Os nomes dos depoentes foram modificados para preservar o anonimato das famílias pesquisadas

O Sr. Idevaldo, da comunidade Farias, assim se expressou: *"Era ruim, tinha que ir buscar água longe, tomava muito tempo."* Outro morador, o sr. Reinaldo explica como era difícil tratar dos animais e abastecer a casa e os animais com água.

> *"A gente buscava água fora. Antes era uma agonia...dava nem tempo pro bicho que puxava a carroça, comer. Chegava, botava a palma dos bichos, corria ia buscar água."*

Quem tinha animais de tração ou de carga podia dispor deles para buscar água. Mas isso naõ acontecia com a maioria das famílias. As próprias pessoas carregavam, de longe, a água prá beber e para o gasto da casa. O que era o caso de dona Nair e do sr. Vitorino.

> *"A situação aqui era triste...antes carregava água na cabeça...botava um galão d'água...dois tambor numa vara, pendurava no espinhaço pra carregar água...mais de um dia chegava aqui com um galão d'água."*

Por sua vez, o Sr. Vitorino, da Comunidade Escovão, relata que em sua casa

> *"todo mundo trabalhava pra ir buscar água. Tinha que carregar água de um poço aqui de longe".*

Se comparamos essa situação anterior com a atual, antes e depois da cisterna familiar, compreende-se o porque de uma manifestação geral de satisfação das famílias com o desempenho das cisternas.

Perguntamos se com a cisterna a vida ficou pior ou melhor? A resposta invariável foi: muito melhor! Perguntamos então, *por que ficou melhor?* Um tratamento estatístico das respostas espontâneas para explicar a melhoria nas condições de vida permitiu elaborar a seguinte tabela.

Tabela 4. Motivos alegados para explicar a melhoria nas condições de vida

Diminuição do esforço para buscar água.	46,2	Água perto de casa	23,1
		Água ao alcance da casa	12,8
		Facilita a encanação da água	5,1
		Não precisa carregar latas	2,6
Maior segurança com relação ao abastecimento de água.	25,8	Por causa do sofrimento com a seca	10,3
		Porque água é vida	5,1
		Não falta mais água em casa	2,6
		Traz segurança	2,6
		Facilita a vida	2,6
		Tem água na hora que quer	2,6
Melhoria na qualidade da água	10,4	Água de boa qualidade	2,6
		Tem água para beber	2,6
		Não precisa mais da água do açude para ter água de beber	2,6
		Na cisterna não entra bicho	2,6
Livrar do pagamento pela água.	5,1	Tenho água na porta sem precisar pagar	5,1
	15,4	Sem resposta	15,4
Total			100,0

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da pesquisa foi possível documentar a percepção das pessoas quanto aos problemas gerados pelo uso de uma água imprópria para o consumo humano, quando recorriam (e muitas famílias ainda recorrem) aos reservatórios existentes como açudes, barreiros, cacimbas e poços com água salina ou salobra. Foi também

possível documentar o custo em esforço físico e de tempo das pessoas da família investido na busca e no transporte da água. Trabalho muitas vezes feito pelas mulheres, chefes de família, que tinham que sair ainda na madrugada para trazer água, em baldes na cabeça, fazendo várias viagens e gastando nesse serviço várias horas.

Face ao contexto anterior, é possível afirmar sobre o sucesso e da importância do programa de construção de cisternas familiares, do P1MC.

Sabemos o quanto é difícil em nosso país construirmos uma política pública que de fato alcance todas as pessoas que dela necessitam. É preciso que o programa agora caminhe para a universalização sem perder as suas características originais que fez com que as comunidades rurais do Cariri percebessem como criar as melhores condições de vida e de trabalho nas condições naturais do clima semiárido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASA – Brasil (Articulação do Semiárido do Brasil) Declaração do Semiárido Brasileiro. Recife, 1999 (disponível no site www.asabrasil.org.br).

DUQUE, Ghislaine. Conceitos e Práticas de Convivência com a Seca. Nota Técnica. Planejamento Estratégico do Instituto Nacional do Semiárido. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- Ciência, Tecnologia e Inovação. Campina Grande, PB, Dezembro de 2007.

MALAGODI, Edgard. Avaliação do desempenho do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) quanto à sustentabilidade e resiliência no Semiárido nordestino. Edital MCT/CNPq/CT-HIDRO Nº 021/2009. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais; Universidade Federal de Campina Grande, 2009, 22 p. Projeto de Pesquisa.

SILVA, Roberto Marinho Alves da. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semi-árido. Revista Sociedade e Estado, Brasília, v. 18, nº ½, Jan-dez 2003.

____ . Entre o combate à seca e a Convivência com o Semiárido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Brasília, 2006, 298 p. Tese de doutorado.

TARGINO, Ivan; MALAGODI, Edgard; DUQUE, Ghislaine. Algumas reflexões sobre políticas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro. Trabalho apresentado no VIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós- Graduação e Pesquisa em Geografia- ANGEPE, Curitiba, PR, set-out 2009.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

TECNOLOGIAS DE BAIXO CUSTO PARA CAPTAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SOLO PARA O BREJO PARAIBANO

Fernando dos Santos Araújo[1] & Eliane da Silva Freire[2]

Resumo: Na região semiárida do Nordeste, os métodos tradicionais de preparo do solo utilizados pelos agricultores são pouco eficientes quanto ao aproveitamento da água de chuva, portanto, técnicas especiais com essa finalidade precisam ser recomendadas. Nesse sentido, este trabalho teve o objetivo de identificar tecnologias simples e baratas para captação e conservação de água no solo para a agricultura de sequeiro praticada na microrregião do brejo paraibano. Para tal, foi realizado um levantamento bibliográfico destacando medidas e técnicas adequadas à realidade local, capazes de minimizar o problema da degradação do solo e proporcionar a conservação da água no solo por mais tempo. As técnicas de captação de água "in situ" e as práticas conservacionistas de cobertura vegetal, cobertura morta, adubação verde e a rotação de culturas podem ser implantadas com sucesso no brejo paraibano, como medidas eficientes e de baixo custo para captação e conservação da água no solo. No entanto, pesquisas mais aprofundadas utilizando a experimentação no campo são necessárias para confirmar os pressupostos.

Palavras-chave: práticas conservacionistas, chuva, produção agrícola, semiárido, erosão

INTRODUÇÃO

No semiárido Nordestino, são muitos os problemas relacionados com o manejo de água e solo, em decorrência dos fatores climáticos, predomínio de práticas agrícolas inadequadas e a limitada disponibilidade financeira dos pequenos agricultores. Nessa região, a atividade agrícola é constituída, predominantemente, por uma agricultura de subsistência baseada em cultivos anuais sob condições dependentes de chuva (Anjos et al., 2007).

Na Paraíba, a microrregião do brejo destaca-se por apresentar condições climáticas atípicas em comparação com as outras microrregiões do estado. O clima é do tipo tropical chuvoso, quente e úmido com precipitação pluviométrica variando de 800 a 1400 mm anuais, consirerada relativamente alta quando comparada a outras regiões semiáridas (AESA, 2011).

Contudo, as chuvas na região são geralmente mal distribuidas e apresenta uma estação seca bastante prolongada, as quais podem comprometer o desenvolvimento dos cultivos anuais e perenes dependentes de chuva. Nesse sentido, é necessária a adoção de práticas agrícolas voltadas para a captação e conservação da água no solo por mais tempo, sobretudo, nas áreas em que predominam as terras altas, em que os efeitos da estiagem são ainda mais intensos.

Grande parte das terras utilizadas para a agricultura no brejo paraibano possuem relevo ondulado e fortemente ondulado, nas quais há o predominio de práticas de preparo do solo que dificultam a infiltração de água e contribuem para aumentar as perdas de água por escoamento superficial e por evaporação, assim como a maior erosão do solo.

Bertoni & Lombardi Neto (1985) comentam que no Brasil, um dos principais fatores que contribuem para a improdutividade do solo é a erosão hídrica, facilitada e acelerada pelo homem com suas práticas inadequadas de agricultura. Soluções simples como, por exemplo, manter o solo sempre coberto com vegetação ou cobertura morta pode conferir proteção contra as perdas de água e solo, além de reduzir a incidência de plantas daninhas

[1] Graduando em Agronomia CCA/UFPB. Pesquisador bolsista de Iniciação Científica do CNPq. Rodovia PB 079, km 12, Caixa Postal 66, CEP 58397-000, Areia-PB. Fone: (83) 9619-5607. E-mail: nandosantos005@hotmail.com
[2] Graduanda em Agronomia CCA/UFPB. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq

e manter a temperatura e umidade do solo em níveis adequados para o desenvolvimento das culturas (Muller, 1991).

A cobertura do solo também pode ser realizada por meio da rotação de culturas, uma prática de manejo baseada na implantação de duas ou mais culturas alternadamente numa mesma área que, além de proteger o solo, promove a melhoria de suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Chagas et al., 2001).

Para reduzir os riscos da exploração agrícola de sequeiro e tornar esta atividade menos vulnerável aos fatores climáticos, diversas práticas de preparo do solo também são utilizadas visando captar e aumentar o armazenamento de água no perfil do solo e reduzir a erosão, como os métodos de captação "in situ" (Anjos et al. 2007).

Os métodos tradicionais de preparo do solo no brejo paraibano incluem o cultivo mínimo utilizando enxada manual e o semimecanizado, os quais são pouco eficientes no aproveitamento da água de chuva, portanto, técnicas especiais com essa finalidade precisam ser recomendadas. Nesse sentido, este trabalho teve o objetivo de identificar tecnologias simples e baratas para captação e conservação de água no solo para a agricultura de sequeiro no brejo paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado por meio de pesquisa e descrição de algumas técnicas de manejo adequadas à realidade dos pequenos agricultores, capazes de minimizar o problema da degradação do solo e proporcionar o uso eficiente da água de chuva. Este estudo foi realizado por meio de levantamentos bibliográficos em resumos de anais de eventos, livros e nas bases de dados do Scielo, no qual foram consultados artigos originais e de revisão sobre o tema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma técnica de captação de água de chuva recomendada para lavouras de sequeiro em regiões com baixos índices pluviométricos é a captação "in situ". Essa técnica consiste em modificar a superfície natural do terreno, de modo a formar um ou mais planos inclinados que induzam à formação do escoamento superficial e o conduza diretamente para a área na qual se encontra o sistema radicular da planta, ou seja, consiste na formação sucessiva de sulcos e camalhões para captação da água ou na formação de pequenas bacias ou faixas escavadas ao redor da planta, de forma a captar e armazenar, no solo, a maior parte da chuva que cai, proporcionando às plantas um período mais longo de umidade disponível em seu sistema radicular (Porto et al., 2011).

Segundo Anjos et al. (2007) são três os sistemas que compõem o método de captação "in situ": **aração e plantio no plano** - formação de pequenas depressões resultantes do processo da aração, reduzindo o escoamento da água de chuva e aumentando seu armazenamento no perfil do solo. Para implantar este sistema utilizam-se equipamentos simples como o arado de aiveca com tração mecânica ou animal; **sulcamento pós-plantio** - este sistema consiste na aração do solo e plantio no plano, seguido do sulcamento entre as linhas de plantio. Pode ser efetuado após o plantio, utilizando-se sulcadores de tração mecânica ou animal; **sulco barrado** - sistema desenvolvido pela Embrapa Semiárido e consiste de uma aração seguida de sulcamento utilizando-se um implemento denominado "barrador de sulcos", os quais têm a finalidade impedir o escoamento e promover maior infiltração da água de chuva.

Na instalação de cultivos utilizando esta técnica, a definição do método vai depender de uma série de fatores relacionados com tamanho da área a ser cultivada, topografia, regime de chuvas, época de plantio, tipo de cultura a ser exploradas (anual ou perene), disponibilidades de equipamentos e mão de obra (Porto et al., 2011). No brejo paraibano, esta técnica pode ser recomendada para as terras mais altas, nas quais o solo

resseca mais rapidamente. Estudos realizados por Silva et al. (1989) comprovam que a utilizaram diferentes os métodos de captação de água de chuva "in situ", proporcionam incrementos significativos na produtividade do feijão caupi e milho.

Além da captação "in situ", outras técnicas também promovem a manutenção da água no solo a exemplo da cobertura vegetal, realizada por culturas exploradas economicamente ou outras plantas como adubos verdes, pastagens e ainda plantas espontâneas.

As plantas utilizadas como adubo verde protegem o solo da chuva de alta intensidade e mantém uma elevada taxa de infiltração de água pelo efeito combinado das raízes com a cobertura vegetal, evitando a desagregação superficial das partículas de solo e reduzindo o volume e a velocidade de escoamento das enxurradas. Essa prática não promove resultados imediatos, por depender principalmente das condições do solo, somente apresenta-se satisfatória após dois ou mais anos de uso (Chagas, 2001).

Ao invés de incorporar ao solo os restos de cultura, adubos verdes e ainda os produtos das capinas, a técnica conhecida como cobertura morta preconiza deixar esses materiais sob a superfície do solo. Esta prática é indicada para controlar a erosão, aumentar a capacidade de infiltração e armazenamento de água e elevar do teor de matéria orgânica do solo. A infiltração de água no solo é aumentada e, em consequência, haverá menor escorrimento superficial, aumentando assim a quantidade de água no solo, além de atenuar as oscilações térmicas das camadas superficiais do solo e diminuir a evaporação, aumentando a conservação e disponibilidade de água para as culturas.

Em trabalhos realizados por Costa et al. (2007), o uso da cobertura morta reduziu as oscilações e amplitudes na temperatura superficial e na taxa de evapotranspiração do solo e ainda promoveu incrementos na produção das plantas (Cadavid et al., 1998). Para Resende et al. 2004 o uso de cobertura morta no solo mostrou-se vantajosa em vários aspectos para cultura da cenoura, sendo técnica e economicamente viável, principalmente, em pequenas áreas e em cultivos orgânicos, aumentando a produtividade e reduzindo a ocorrência e plantas daninhas.

A rotação de culturas é uma prática pela qual se alterna no tempo, em uma mesma área, diferentes culturas, obedecendo-se uma sequência pré-estabelecida. Devem-se priorizar as culturas com maior valor econômico, que tenham mercado, adaptação à região (clima e solo), diferentes sistemas radiculares, densidades de cobertura e exigências nutricionais. Essa prática contribui para melhorar a fertilidade natural do solo e reduzir a ação erosiva da chuva e o ataque de pragas e doenças que é mais intenso quando o cultivo de uma única espécie é realizado sucessivamente na mesma área (Gabriel Filho et al., 2003).

No brejo paraibano, grande parte das propriedades rurais não dispõe de área suficiente para a instalação de um programa de rotação das culturas economicamente viável, portanto, sugere-se a adoção de sistemas de consórcio visando o melhor aproveitamento das áreas e maior resultado econômico. Estudos comprovam os benefícios desse sistema como enfatiza Calegari (1993) na adoção dessa prática para a cultura da mandioca. Para Seganfredo et al. (1997), os sistemas de rotação de cultura em plantio direto utilizando gramíneas e leguminosas foram eficazes no controle da erosão hídrica, proporcionando uma redução superior a 99 % nas perdas de solo e 94 % nas perdas de água em relação às perdas verificadas em solo descoberto.

CONCLUSÕES

As técnicas de captação de água de chuva "in situ" e as práticas conservacionistas de cobertura vegetal, cobertura morta, adubação verde e a rotação de culturas podem ser implantadas com sucesso na microrregião do brejo paraibano como medidas eficientes e de baixo custo para captação e conservação de água no solo. No entanto, pesquisas mais aprofundadas utilizando a experimentação no campo são necessárias para confirmar os presupostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. Climatologia da precipitação mensal acumulada no Estado da Paraíba 2010. Disponível em: http://www.defesacivil.pb.gov.br/paginas/mapastematicos.htm. Acesso em: 28 de maio de 2012.

ANJOS, J. B.; CAVALCANTI, N. B.; BRITO, L. T. L.; SILVA, M. S. L. Captação "in situ": água de chuva para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido. cap. 7, 2007,139-155p.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. Editora Livroceres, Piracicaba, 1985. 392p.

CADAVID, L. F.; EL-SHARKAWY, M. A.; ACOSTA, A.; SANCHES, T. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in northern Colombia. Field Crops Research, v.57, p.45-56, 1998.

CALEGARI, A. Manejo de adubação verde. In: Encontro nacional de rotação de culturas. Campo Mourão, Anais...1992

CHAGAS, N. G. Efeito de leguminosas e seu manejo sobre propriedades químicas e físicas de um Latossolo Amarelo no Brejo Paraibano. Areia – PB: CCA/UFPB, 2001. 67 p. Trabalho de Graduação.

COSTA, D. M. A.; MELO, H. N. S.; FERREIRA, S. R. Eficiência da cobertura morta na retenção de umidade no solo. Holos, Ano 23, 2007

GABRIEL FILHO, A.; STROHHAECKER, L.; FEY, E. Profundidade e espaçamento da mandioca no plantio direto na palha. Ciência Rural, v.33, p.461-467, 2003.

MULLER, A. G. Comportamento térmico do solo e do ar em alface (*Lactuca sativa* L.) para diferentes tipos de cobertura do solo. Piracicaba: ESALQ, 1991. 77 p. Dissertação (Mestrado)

PORTO, E. R.; SILVA, A. S.; BRITO, L. T. Conservação e uso racional de água na agricultura dependente de chuvas. In: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, 2011, 440 p.

RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 29, n. 1, p. 100-105, 2005.

SEGANFREDO, M. L.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. de. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, p. 287-291, 1997.

SILVA, A. S.; PORTO, E. R.; BRITO, L. T. L.; MONTEIRO, M. A. R. Captação de água de chuva "in situ": Comparação de métodos da região semiárida brasileira. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido. Captação de água de chuva "in situ": comparação de métodos e densidade de plantio. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, (Boletim de Pesquisa, 35), 1989. p.5-24.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

AVALIAÇÃO DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA DA ÁGUA EM DIFERENTES ESCALAS DE TEMPO[1]

Célia Silva dos Santos[2], Jania Claudia Camilo dos Santos[3], Tayse Valéria e Silva[3], Marcio Aurélio Lins dos Santos[4] & Daniela Pereira dos Santos[5]

Resumo: A infiltração de água no solo é o processo de entrada de água através da superfície do solo. Devido à grande variabilidade que ocorre no processo de obtenção de uma das principais características do solo que é o da capacidade de infiltração, o método a ser adotado na sua obtenção deve ser o mais coerente possível com o dimensionamento de projetos agrícolas de irrigação, drenagem e conservação do solo e da água, a ser utilizado. Fornecendo, assim, dados confiáveis ao projeto. Avaliaram-se, neste trabalho, a infiltração acumulada e a velocidade de infiltração básica do solo, usando-se um infiltrômetro de anéis concêntricos, cujos resultados mostraram que a capacidade de infiltração determinada pelos anéis, foi influenciada diretamente pela alta umidade do solo, tendo valores médios de infiltração média e velocidade de infiltração média de 1,88 mm e 90,35 mm/h respectivamente, no solo classificado como Neossolo amarelo-vermelho distrófico.

Palavras-chave: água no solo, irrigação, tempo médio.

INTRODUÇÃO

A capacidade de infiltração é uma propriedade do solo que representa a intensidade máxima que o solo, em dada condição e tempo, pode absorver a água da chuva ou da irrigação aplicada a determinada taxa (Sales et al., 1999).

A infiltração de água no solo é o processo de entrada de água através da superfície do solo. A taxa de entrada de água no solo decresce com o tempo em função do umedecimento do perfil assumindo um valor mínimo constante denominado de velocidade de infiltração básica (VIB) (Pott, 2001).

As funções da VIB são fundamentais no dimensionamento de projetos agrícolas de irrigação, drenagem e conservação do solo e da água e importantes na caracterização da estrutura do solo. (Pruski, 1993; Alves sobrinho, 1997).

Durante uma chuva, parte da água pode infiltrar e parte pode escorrer sobre a superfície do solo (Libardi, 1995). Por isso quanto maior a velocidade de infiltração, menor a intensidade de enxurrada na superfície, e conseqüentemente, menor a erosão do solo (Bertoni & Lombardi neto, 1990).

Segundo Roth et al. (1985) a determinação da infiltração é de fundamental importância, pois existe uma relação direta entre erosão e infiltração de água no solo. Alem do processo de drenagem que se dá em função da maior ou menor capacidade de infiltração e movimentação da água através do solo (Prata filho & Machado, 1980).

Das características do solo, a capacidade de infiltração é uma das principais, pois reflete a capacidade máxima que o solo tem em permitir a entrada de água no seu interior, sob determinadas condições, tornando-se num dos parâmetros mais importantes que afetam a irrigação. A infiltração do solo tem grande influência em todas as fases da irrigação e, conseqüentemente, sobre o desempenho do sistema (Scalopp, 1986).

A avaliação da infiltração d'água no solo depende da escolha de um infiltrômetro adequado ao tipo de estudo que, por sua vez, irá depender do método de irrigação usado e da necessidade de serem obtidos dados

[1] Projeto Desenvolvido pela Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca
[2] Aluna de Graduação da Universidade Federal de Alagoas/ Campus Arapiraca. Av. Manoel Severino Barbosa- Arapiraca –AL, 52171-900. Fone: (082) 3862-1711, e-mail: celia_ta@hotmail.com
[3] Graduandos em Agronomia, pela Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca
[4] Professor Dr. da Universidade Federal de Alagoas/ Campus Arapiraca
[5] Professora da Universidade Federal de Alagoas/ Campus Arapiraca

condizentes com o sistema de irrigação escolhido. Os métodos mais usados para a determinação da infiltração são: método de entrada e saída de água no sulco, anéis infiltrômetros e simuladores de chuva. Sendo o método dos sulcos de entrada e saída é de uso específico para o sistema de irrigação por sulcos (Pott, 2001).

Segundo Vieira (1977) o infiltrômetro de anéis concêntricos é o mais usado, porém tem suas limitações, quando usado para fins de elaboração de projetos de irrigação por aspersão ou para trabalhos em que os dados gerados se dêem através de precipitações.

Estudos revelam que os valores da capacidade de infiltração do solo, determinada pelos anéis infiltrômetros, são sempre maiores que os estabelecidos pelo simulador de chuvas.

O infiltrômetro de anel é composto por dois anéis, sendo de diâmetro igual a 50 e 25 cm e altura de 30 cm, com corte em forma de bisel que facilita a penetração no solo. Instalados de forma concêntricos, na vertical, enterrados 15 cm no solo, com auxílio de marreta (Bernardo, 1995).

Com a realização desse trabalho objetivou-se avaliar a capacidade de infiltração do solo e a velocidade de infiltração básica em um solo classificado como Neossolo amarelo-vermelho distrófico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Alagoas (UFAL) -Arapiraca, AL, com as seguintes coordenadas geográficas: 9º48'09" de latitude Sul, 36º39'40" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 264 m, durante o dia 28 de Agosto de 2010.

Para realização do experimento, inicialmente foi escolhido uma área na qual foi realizada a limpeza da vegetação espontânea e o nivelamento da mesma com a utilização de enxada. Por conseguinte, foi retiradas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm, utilizando um cavador.

No laboratório de solos da Universidade foram depositadas as amostras em 06 cápsulas de alumínio, pesadas em balança analítica e armazenadas numa estufa de secagem a 105°C, por 48 horas para determinação da umidade do solo, que foi estimada utilizando o método-padrão de estufa (gravimétrico), pela seguinte equação:

$$U\% = (\text{Massa úmida} - \text{Massa seca})/\text{Massa seca}$$

Para a determinação da velocidade de infiltração básica (VIB), o equipamento utilizado foi o infiltrômetro de anel, composto por dois anéis, sendo de diâmetro igual a 50 e 25 cm e altura de 30 cm, com corte em forma de bisel que segundo Bernardo (1995) facilita a penetração no solo. Instalados de forma concêntricos, na vertical, enterrados 15 cm no solo, com auxílio de marreta.

As medidas de infiltração foram feitas num anel interno, pois o anel externo tem a finalidade de bordadura, impedindo que a infiltração se processe no sentido lateral do solo. Depois de instalados os anéis colocaram-se uma régua graduada na parede do anel interno para leitura das medidas de infiltração da água e acrescentou-se água ao mesmo tempo nos dois anéis numa altura laminar de 20 cm.

Iniciou-se a cronometragem de 5 min., onde foi obtido um decréscimo do nível da água. Esperou-se a estabilização das leituras da perda de água e aumentou-se o tempo de cronometragem para 10 min., ocorrendo também à estabilização da leitura de perda de água. Novamente o tempo foi aumentado para 30 min., onde após a estabilidade finalizou o experimento.

As variáveis tempo e régua foram obtidos na coleta de dados, enquanto a infiltração acumulada e velocidade de infiltração foram calculadas utilizando a equação $I = aT^a$ e $VIa = DI/DT$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de velocidade de infiltração básica (VIB) determinados com infiltrômetro de anel (Figura 1) nos solos da Universidade Federal de Alagoas- Campus Arapiraca, estão relacionados na Tabela 1.

Figura 1. Instalação do infiltrometro de anel em um neossolo amarelo-vermelho distrófico

Tabela 1. Valores de distribuição dos dados de velocidade de infiltração básica para os dados coletados em diferentes escalas de tempo

Tempo		Régua		Infiltração Acumulada (mm)	Velocidade de Infiltração (cm/h)	
Hora (h)	Diferença (cm)	Hora (h)	Diferença (cm)		Instantânea (mm/h)	Acumulada (mm/h)
10:09	0	0	0	0	0	0
10:14	5min.	0,6	0,6	3,1	72,28	72,28
10:19	5min.	0,2	0,4	3,1	240,96	120,48
10:24	5min.	0,2	0	3,1	240,96	120,48
10:29	5min.	0,1	0,1	3,1	12,04	132,53
10:34	5min.	0,1	0	3,0	12,04	132,53
10:39	5min.	0,1	0	2,9	12,04	132,53
10:44	5min.	0,1	0	1,9	12,04	132,53
10:54	10min.	0,4	0,3	1,9	25	87,5
11:14	10min.	0,5	0,1	1,9	31,25	93,75
11:24	10min.	0,1	0,4	1,9	6,25	118,75
11:34	10min.	0,1	0	1,5	6,25	118,75
11:44	10min.	0,1	0	1,4	6,25	118,75
11:54	10min.	0,1	0	1,1	6,25	118,75
12:24	30min.	1,1	1	1,1	22	58
12:54	30min.	1,2	0,1	1,1	24	6
13:24	30min.	1,1	0,1	1,1	22	62
13:54	30min.	1,1	0	1,0	22	62
14:24	30min.	1,1	0	1,0	22	62
14:54	30min.	1,1	0	0,6	22	62

Baseado nos dados apresentados acima foi possível observar perante o solo uma significante demora na absorção da água, tanto no menor tempo quanto no tempo máximo, variando pouco. Apresentou-se também uma significante variação na infiltração acumulada apenas no aumento do tempo de dez para trinta minutos, estabilizando esta variação logo em seguida.

Foi constatada também uma diferença de valores infiltração acumulada ocorrendo à estabilização decrescente dos valores, tendo como ponto máximo de infiltração acumulada 3,8 mm/h e ponto mínino de 0,25 mm expressos na (Figura 2).

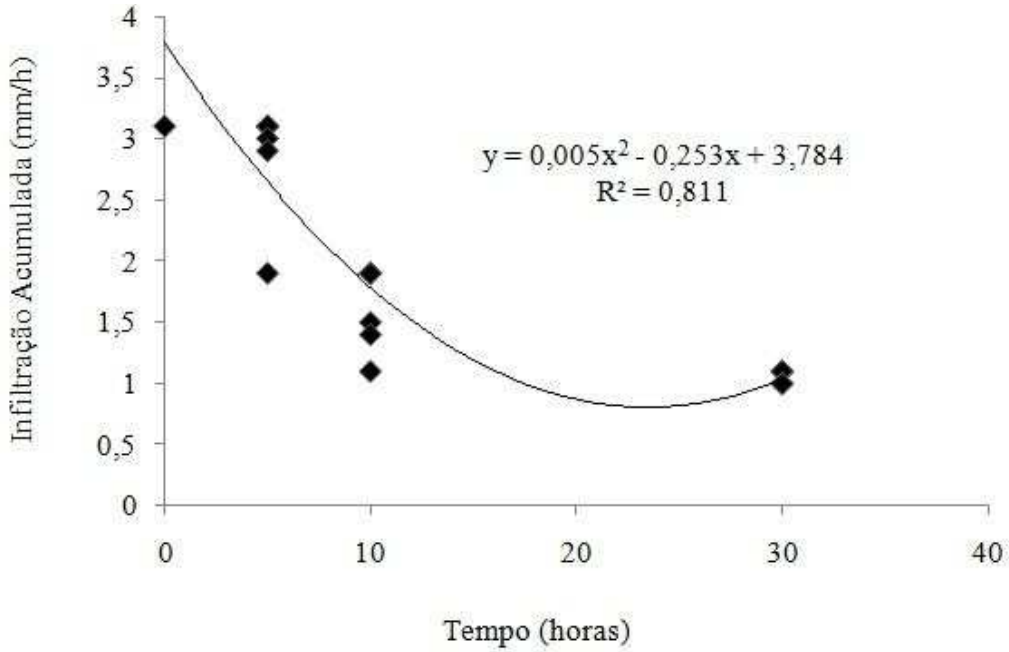


Figura 2. Curvas de capacidade de Infiltração Acumulada em função do tempo de avaliação determinadas pela quantidade de água infiltrada no solo

A umidade a base de peso u é a mais fácil de ser medida, pois ela envolve apenas medidas de peso, e a estrutura do solo pode ser destruída. Por isso, qualquer instrumento pode ser utilizado para retirar a amostra de solo, que deve ter, no mínimo, uma massa entre 10 a 100 g de solo.

No laboratório tomou-se a massa de solo úmido (mu) pesou-se, e, em seguida, colocou em estufa a 105-110°C até peso constante. Depois, tomou-se a massa de solo seco (ms,) e com a equação abaixo, se calculou a umidade atual à base de peso (Up) dado por: U (%) = [(mu – ms) x 100]/ms. A tabela abaixo ilustra os valores de massa seca e massa úmida do solo medido a 0 hora e retirados para posterior pesagem com 48 horas.

Conforme os valores de massa úmida e massa seca podem determinar a umidade do solo por meio da equação acima, e foi encontrado um valor percentual de U% = 5,36. Dessa forma justificando a influencia direta que representou para o andamento do experimento.

Tabela 2. Massa úmida e Massa seca do solo medido 0 horas e 48 horas após a secagem

Massa Úmida (g)	Massa Seca (g)
60,13	42,57
60,39	59,86
60,09	60,05
60,09	59,72
60,93	60,54
60,93	60,38

CONCLUSÕES

Observou-se perante o solo uma significante demora na absorção da água, tanto no menor tempo quanto no tempo máximo, variando pouco. Apresentou-se também uma significante variação na infiltração acumulada apenas no aumento do tempo de dez para trinta minutos, estabilizando esta variação logo em seguida;

Constatou-se também uma diferença de valores infiltração acumulada ocorrendo à estabilização decrescente dos valores, tendo como ponto máximo de infiltração acumulada 3,8 mm/h e ponto mínino de 0,25 mm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves Sobrinho, T. Desenvolvimento de um infiltrômetro de aspersão portátil. Viçosa: UFV,1997. 85 p. Tese Doutorado.

Bernardo, S. Método do infiltrômetro de anel. In: Manual de irrigação. Viçosa: UFV. Cap.1, p.23-31.

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. Conservação do Solo. 1.ed.Piracicaba: Livroceres, 1990, 355 p.

Libardi, P. L. Dinâmica da água no solo. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1995. 497 p.

Pott, C. A.Determinação da velocidade de infiltração básica de água no solo por meio de infiltrômetros de aspersão, de pressão e de tensão, em três solos do estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 77p. Dissertação Mestrado.

Prata Filho, D. A. & Machado, A. V. Velocidade de infiltração para dois solos de várzeas em condições de laboratório. In: congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental.1980. Niterói: ABES, 1980.

Pruski, F. F. Desenvolvimento de metodologia para o dimensionamento de canais de terraço. Viçosa: UFV, 1993. 97p. Tese Doutorado.

Roth, C. H.; Meyer, B.; Frede, H. G. A portable rainfall simulator for studying factors affecting runoff, infiltration and soil loss. *Catena*, Braunschweig, v.12, 52 p.79-85, 1985.

Sales, L. E. O.; Ferreira, M. M.; Oliveira, M. S. ; Curi, N. Estimativa da velocidade de infiltração básica do solo. Lavras: UFLA, 1999. 2091p. Dissertação Mestrado.

Scaloppi, E. J. Sistemas de irrigação por Superfície. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.139, n.12, p.12-26, 1986.

Vieira, H. A. Comportamento de quatro infiltrômetros na determinação da velocidade de infiltração básica d'água no solo. Viçosa: UFV, 1977. 52p. Dissertação Mestrado.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

ANÁLISE DE CRESCIMENTO E EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DO RABANETE NO AGRESTE ALAGOANO[1]

Jania Claudia Camilo dos Santos[2], Célia Silva dos Santos[3], Carlos Humberto da Silva[3], Márcio Aurélio Lins dos Santos[4] & Daniela Pereira dos Santos[5]

Resumo: A utilização da água da chuva é uma alternativa que possibilita minimizar o consumo de águas tratadas. De sobremodo que para as culturas olerícolas como o rabanete que apresenta grande importância econômica na região Nordeste, esta seja uma boa alternativa à produção, gerando a necessidade de adotar práticas que satisfaçam o desenvolvimento da cultura. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a evapotranspiração da cultura do rabanete (*Raphanus sativus*), em diferentes lâminas de irrigação, na região agreste de Alagoas. Observa-se que o diâmetro do bulbo aos 30 DAS aumentou significativamente com o aumento da lâmina de irrigação, sendo encontrado maior diâmetro nas lâminas de 100 e 125%, contudo vale ressaltar que o tratamento mais afetado com a lâmina de irrigação foi de 25%, comprometendo o crescimento e desenvolvimento da cultura. Contudo, as variáveis estudadas, diâmetro do bulbo (DB), comprimento de bulbo (CB), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC), responderam positivamente ao aumento da lâmina de água.

Palavras-chave: *Raphanus sativus*, fisiologia, estresse hídrico, irrigação.

INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus*) é uma olerícola da família Brassicaceae, de pequeno porte e, a parte comestível é sua raiz carnuda, de formato globular, ovóide ou alongado (Filgueira, 1982). É uma hortaliça pouco exigente em fertilidade do solo, porém, adubos orgânicos favorecem o desenvolvimento e produção da cultura.

A água da chuva é uma excelente alternativa para diminuir a utilização de águas urbanas, porém, o sistema de aproveitamento de água da chuva tem se tornado cada vez mais escasso devido o aumento das tecnologias, que ocorreu principalmente nos países desenvolvidos, onde não havia a necessidade de captação de água da chuva, na aplicação de práticas regionais, que são principalmente influenciadas por vários fatores meteorológicos (Gnadlinger, 2000).

As distribuições de chuvas no Brasil e no Nordeste de modo geral não atendem às necessidades hídricas das olerículas, obrigando-se a utilização de irrigação. A água útil do solo deve ser mantida próxima a 100 % e, flutuações no teor hídrico do solo acarretam rachaduras nas raízes (Filgueira, 2003). O estresse hídrico que ocorrer ao longo do ciclo da cultura pode alterar seu desenvolvimento modificando a fisiologia, morfologia, e principalmente afetando as relações bioquímicas (Pereira et al.,1999).

O passo inicial para realização do manejo de irrigação é estabelecer as fases de desenvolvimento da cultura. Em geral, as hortaliças apresentam quatro fases distintas, segundo Marouelli et al. (2001) as fases de desenvolvimento do rabanete são: i) Fase I (inicial) - do plantio até a emergência; ii) Fase II (vegetativa) – da emergência até 80% do máximo desenvolvimento vegetativo; iii) Fase III (produção) - do início da formação do tubérculo (engrossamento) até máximo de desenvolvimento do tubérculo; iv) Fase IV (maturação) - do final da fase III até a colheita. A colheita inicia-se aos 32 a 45 dias após o semeio direto, podendo estender-se por um período de 10 dias, dependendo da cultivar e clima durante o cultivo, (Filgueira, 1982). Para tanto,

[1] Projeto Desenvolvido pela Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca
[2] Aluna de Graduação da Universidade Federal de Alagoas/ Campus Arapiraca. Av. Manoel Severino Barbosa- Arapiraca –AL, 52171-900. Fone: (082) 3862-1711, e-mail: janya-claudia@hotmail.com
[3] Graduandos em Agronomia, pela Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca
[4] Prof. Dr. da UFAL, Campus Arapiraca/ Arapiraca- AL
[5] Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de Alagoas/ Campus Arapiraca

com este trabalho objetivou-se avaliar a evapotranspiração da cultura do rabanete (*Raphanus sativus*), em diferentes lâminas de irrigação, na região agreste de Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), localizada no Município de Arapiraca –AL (9° 45' 09" Sul, 36° 39' 40" W, 264 metros), em condições de campo, onde compreendeu os meses de Abril a Maio de 2011, com classificação Neossolo amarelo-vermelho distrófico.

O ensaio foi desenvolvido numa área de 26,5 m^2, em blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições, cada unidade experimental foi constituída de um canteiro com 1,15 m de comprimento e 1,0 m de largura. A limpeza do local foi realizada com auxílio de uma roçadeira mecânica para retirada da vegetação espontânea, utilizando enxada e cavador para a formação dos canteiros. Na área escolhida já havia sido utilizada com plantas fixadoras de nitrogênio em plantios anteriores.

A cultura avaliada foi o rabanete, cultivar Brasília, a mais utilizada para o nordeste, da empresa Feltrin, cujo ciclo de desenvolvimento é precoce, atingindo a maturidade do bulbo, que é a parte reprodutiva, aos 45 dias, sendo uma cultura ainda considerada pouco produtiva para os produtores do agreste alagoano. A semeadura foi realizada em linhas no espaçamento de 0,2 m entre plantas, onde foram distribuídas em canteiros e após a germinação foi realizado o desbaste, deixando-se apenas duas plantas a cada 0,2 m e após a emissão das duas primeiras folhas verdadeiras foram iniciados os tratamentos.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 5 tratamentos e 4 repetições, onde os tratamentos avaliados foram: Lâmina de água T1= 25%; Lâmina de água T2= 50%; Lâmina de água T3 = 75%; Lâmina de água T4= 100%; Lâmina de água T5= 125%, sendo distribuídas em cada parcela dispostas com quatro canteiros com 0,20 m de espaçamento entre plantas e cinco repetições de lâmina de água para cada tratamento, cujos valores sofreram variações conforme o desenvolvimento da cultura. Para quantificação da precipitação foi instalado numa área do experimento um pluviômetro.

As parcelas foram adubadas com adubação de fundação baseando-se nas informações recomendadas para a cultura, onde foram aplicados 8,33 g de cloreto de potássio; 8,88 g de uréia; 7,058 g de ácido bórico e 111,11 g de superfosfato simples por parcela a uma profundidade de 12 cm, sendo coberto o adubo com solo, em seguida realizou-se a semeadura a uma profundidade de 5 cm.

A colheita foi realizada no 45° dia após a semeadura, quando foram avaliadas as características desejáveis como quantidade de área foliar (NF) e diâmetro do caule (DC), utilizando-se um paquímetro manual. As raízes foram separadas das folhas, lavadas, secadas em papel toalha e, com um paquímetro, foi medido o maior diâmetro de cada raiz (DB) e comprimento do bulbo (CB). Em seguida, pesaram-se cada raiz para obtenção de massa fresca da planta, para obtenção das variáveis analisadas com as laminas de água aplicada. O peso da matéria seca foi obtido a partir da média de quatro plantas obtidas em cada repetição. As plantas foram secas em estuda à temperatura média de 60-70 ºC, por um período de 72 h. Para avaliação da produtividade do bulbo foram pesados separadamente para cada tratamento. Os dados obtidos foram avaliados por meio da análise de variância e as médias foram comparadas por meio do teste de Regressão, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância e as médias observadas para as variáveis de crescimento, em termos de diâmetro do bulbo (DB), comprimento do bulbo (CB), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), em avaliações realizadas aos 30 (DAS), encontram-se na Tabela 1. Verificando que as variáveis analisadas foram significativamente influenciadas pelas diferentes lâminas de irrigação a 5 e 1% de probabilidade.

Tabela 1. Resumo de análise de variância e médias para diâmetro do bulbo (DB), comprimento do bulbo (CB), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) do rabanete irrigado com diferentes lâminas, aos 30 dias após a semeadura (DAS)

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrados Médios (30 DAS)			
		DB	CB	N° de folhas	DC
Evapotranspiração	4	1.467317*	1.379683**	1.417187 **	0.099018 **
Reg. Linear	1	3.329290*	4.057690*	0.100000**	0.131103*
Reg. Quadrática	1	2.052114*	1.224257**	1.968750**	0.131103*
Desvio Regressão	2	0.243933**	0.118391**	1.800000**	0.038176**
Bloco	19	3.9755^{NS}	4.1685^{NS}	8.2000^{NS}	1.613^{NS}
Resíduo	15	0.304228	13.008325	1.043750	0.072450
CV (%)		13,87	22,34	12,46	16,69
		Médias			
		cm	cm	folhas . plantas^{-1}	cm
Etc_1 (25%)		2,96	3,17	7,81	1,37
Etc_2 (50%)		4,07	4,17	7,87	1,6
Etc_3 (75%)		4,11	4,31	8,20	1,62
Etc_4 (100%)		4,59	4,66	8,90	1,64
Etc_5 (125%)		4,14	4,52	8,50	1,61

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; ^{NS} não significativo

Pelas equações de regressão obtidas na Figura 1a, observa-se que o diâmetro do bulbo aos 30 DAS aumentou significativamente com o aumento da lâmina de irrigação, sendo encontrado maior diâmetro do bulbo, utilizando-se a lâmina de 100% da evapotranspiração da cultura (ETc), no entanto,o vale ressaltar que o tratamento mais afetado com a lâmina de irrigação foi de 25% da ETc, comprometendo o crescimento e desenvolvimento da mesma.

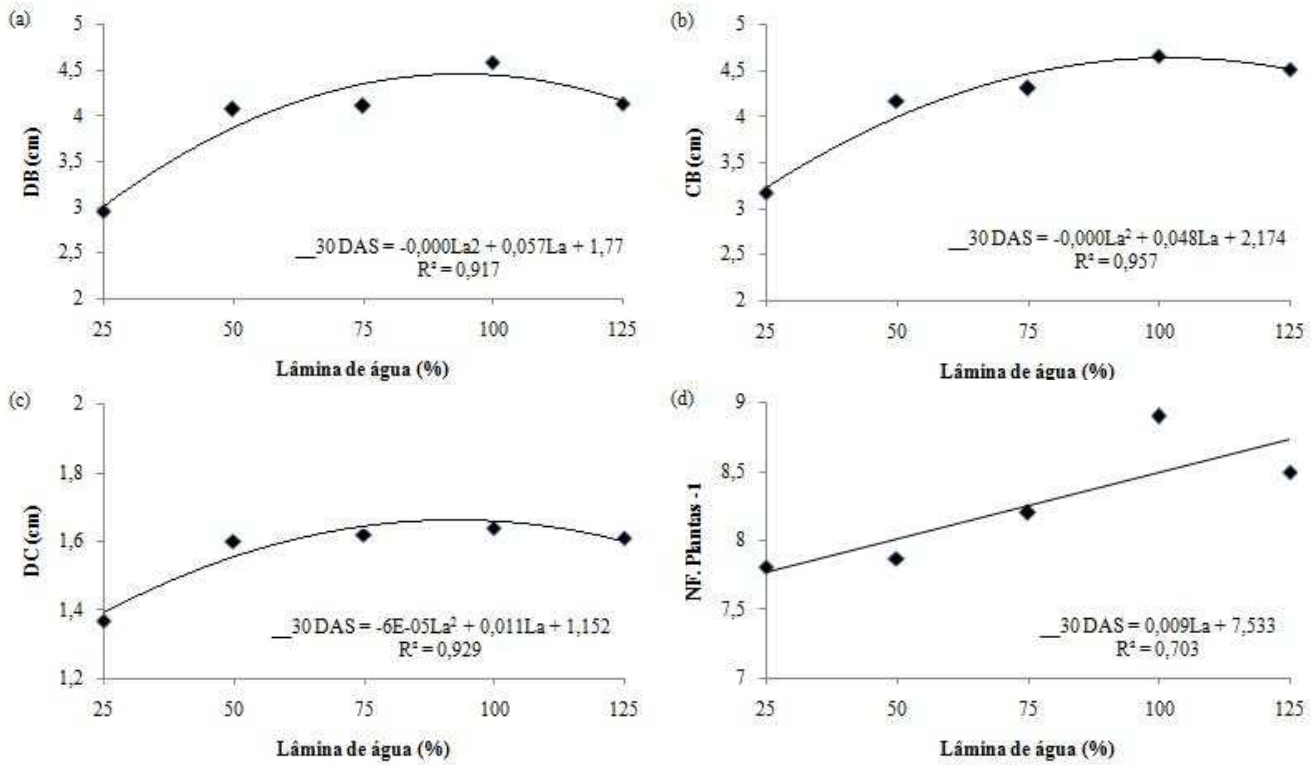


Figura 1. Diâmetro do bulbo - DB (a), Comprimento do bulbo - CB (b), Diâmetro do caule - DC (c) e Número de folhas - NF (d) do rabanete em função das diferentes lâminas de irrigação, após 30 dias da semeadura (DAS)

Lancher (2000), estudando crescimento e produção do rabanete sob estresse hídrico em diferentes fases fenológicas, destacou que mesmo que o estresse seja temporário a vitalidade da planta torna-se cada vez menor conforme a duração do estresse. Resultados estes que reafirmam que a quantidade de água para as culturas é de suma importância para seu desenvolvimento.

Em relação ao comprimento do bulbo apresentados na Figura 1b, a equação que melhor se adequou foi a de ordem quadrática para os 30 DAS, obtendo-se características semelhantes à variável anterior, onde se observa acréscimo de acordo com o aumento das lâminas de irrigação, apresentando maior comprimento do bulbo a 100% da ETc e menor comprimento do bulbo com a lâmina de 25%. Sendo explicado, que quanto menor a quantidade de água suprida pela planta, menor seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo.

Conforme os estudos de regressão da equação linear para variável diâmetro do caule na Figura 1c, avaliadas aos 30 DAS, verificou-se que a lâmina que obteve melhor resultado foi a de 125% não diferindo da lâmina de 100% da ETc, chegando ao valor de 1,64 cm. Notou-se também, que o tratamento com 25% da ETc, foi o que apresentou menor diâmetro caulinar.

Em se tratando de número de folhas apresentados na Figura 1d, observa-se que a equação que mais se adequou foi a linear, observando o maior valor a 100% da lâmina de irrigação (8,9). Resultados estes que explicam que o excesso de água, assim como o contrário também afeta o desenvolvimento da cultura, evidenciado pelo decréscimo que houve no número de folhas utilizando-se as lâminas de irrigação a 25% e 50% da Etc.

A resposta mais proeminente das plantas ao déficit hídrico, segundo Mccree & Fernández (1989), consiste no decréscimo da produção da área foliar, do fechamento estomático, da redução caulinar, da senescência e da abscisão das folhas, culminando na redução de produção. Esses fatos podem explicar os resultados obtidos neste trabalho, quanto a pouca disponibilidade de água na fase inicial de desenvolvimento da cultura do rabanete e a sua resposta a menor lâmina de irrigação.

Para a variável diâmetro do bulbo (DB), o modelo matemático com melhor ajuste, foi o quadrático para os dados aos 30 DAS, evidenciando que o efeito das diferentes lâminas de irrigação sobre esta variável elevou-se consideravelmente com o tempo e cultivo, visto que o percentual de decréscimo aos 30 dias foi de 2,96 %. O aumento da lâmina de irrigação afetou significativamente ($P<0,01$) e contribuiu para o aumento de crescimento do diâmetro do bulbo como ilustra o modelo linear na Figura 1a.

A Figura 1b, ilustra o comprimento do bulbo (CB), segundo o modelo matemático com melhor ajuste que foi o quadrático para os dados aos 30 DAS, notando-se o efeito das maiores lâminas de irrigação, tendo um percentual de 4,66% e um percentual para o menor comprimento do bulbo de 3,17%.

Com base na Figura 1c, observa-se que para a variável diâmetro do caule (DC), se ajustou ao modelo matemático quadrático para os dados aos 30 DAS, tendo efeito crítico no menos tratamento de 25% com valor correspondente de 1,37% e obtendo valores superiores com o aumento da lâmina de irrigação de 1,64%.

Para a variável número de folhas (NF), o melhor ajuste matemático foi linear para os dados aos 30 DAS, observando-se que o tratamento que sofreu maior efeito negativo foi com valor percentual de 7,81% sendo o mesmo a menor lâmina irrigada aplicada. Fato este que explica, que quanto menor a absorção de água pela planta menor seu desenvolvimento da área foliar e número de folhas (Figura 1d).

CONCLUSÕES

Os níveis de irrigação inferiores ao indicado para a cultura afetam negativamente variáveis analisadas, o diâmetro do bulbo (DB), comprimento de bulbo (CB), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC), aos 30 dias após a semeadura, inibindo o crescimento, com maior intensidade na NF e menor no DC;

As lâminas de maior efeito significativo a cultura do rabanete foi a do tratamento 4 (T4 = 100%), para variável DB e CB, que apresentam maior interesse comercial, o tratamento 5 (T = 125%), para NF e DC,

levando a um maior crescimento e desenvolvimento da cultura, com valor correspondente a 47,68 mm e 35,76 mm mensal, respectivamente;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brum, V. J.; Bregonci, I. S.; Bragança, R.; Zucoloto, M.; Pezzopane, J. E. M.; Reis, E. F. Comportamento fisiológico do rabanete sob estresse hídrico. In: X Encontro Latino Americano de Iniciação Cientifica, 2854, e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, 2857. Resumos... Alegre-ES, 2005.

Filgueira, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa-MG: UFV, p. 289-290, 2003.

Farias, C. H. A.; Sobrinho, J. E.; Medeiros, J. F.; Costa, M. C.; Nascimento, L. B.; Silva, M. C. C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. Rev. Bras. De Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7,n.3,p.445-450,2003.

Filgueira, F.A.R. Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo: CERES, v. II, 1982. p. 62-65 1982.

Lacher, W. Ecofisiologia vegetal. São carlos: rima, p.531, 2000.

Gnadlinger, J. Coleta de água de chuva em áreas rurais. In: Forum Mundial da água, Anais eletrônicos, 2000.

Marouelli, W.A.; Silva, W. L.C.; Silva, H.R. Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo. Brasília: Embrapa CNPH, 111p, 2001.

Mccree, K. J.; Fernández, C.J. Simulation model for studung physiological water atress responses of whole plants. Crop Sciece. Madison, V. 29, p. 353-360, 1989.

Pereira, J.P.; Blanck, A F.; Souza, R. J.; Oliveira, P. M. ; Lima, L. A. Efeito dos níveis de reposição e freqüência de irrigação sobre a produção e qualidade do rabanete. Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3,n.1, p.117-120, 1999.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

PRINCIPAIS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO SERTÃO DO PAJEÚ/PE, COM EXPERIÊNCIAS DE SUCESSO EM CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA[1]

Alyne Carneiro de Mesquita[2] & Edneida Rabêlo Cavalcanti[3]

Resumo: O Estado de Pernambuco é composto por 12 Regiões de Desenvolvimento, entre elas está a Região do Pajeú formada por 17 municípios que tem a predominância do clima semiárido. A escassez relativa de oferta de recursos naturais nesta região é uma das responsáveis pelo registro de grande carência das condições de vida da população residente. Embora a região seja banhada pelo Rio Pajeú, a predominância de usos não sustentáveis dos recursos naturais e poucas iniciativas de preservação ambiental têm contribuído para o agravamento de problemas socioambientais. A presente proposta aborda o uso de tecnologias hídricas na região semiárida de Pernambuco, através da identificação dos impactos e principais mudanças nas condições de vida da população beneficiada com experiências de captação e manejo de água de chuva nos últimos dois anos, especificamente nas comunidades de Carnaubinha e Santo Antônio II, ambas na zona rural de Afogados da Ingazeira e atendidas pela Diaconia. O trabalho analisa também a recuperação da capacidade de oferta de água na região a partir do uso de algumas tecnologias de captação da água de chuva, possibilitando o armazenamento d'água em reservatórios e no lençol freático e iniciando um processo de perenização sem significativos impactos ambientais negativos para o rio.

Palavras-chave: chuva, captação, manejo, impactos socioambientais.

INTRODUÇÃO

Os recursos naturais na região semiárida de Pernambuco apresentam muita diversidade, mas caracteriza-se em termos mais gerais por chuvas com média de 800 mm anuais, com má distribuição espacial e temporal e alta evapotranspiração potencial, que junto a solos predominantemente rasos e com baixa capacidade de retenção de água, explicam a existência de balanços hídricos negativos. A vegetação dominante é de Caatinga, que também possui várias expressões e vem sendo submetida a grande pressão ao longo do tempo. Essa relativa escassez de recursos naturais, mas sobretudo o resultado de uma lógica de uso na qual a busca do equilíbrio socioambiental não esteve presente é uma das responsáveis pelo registro de grande carência das condições de vida da população ali residente.

As tecnologias simples e adaptadas às realidades locais ganharam espaço nas discussões sobre o desenvolvimento local sustentável, mostrando formas opcionais de um manejo mais adequado dos recursos escassos, dando prioridade para a água. Sabe-se hoje que o problema do Nordeste não é a falta de chuva, mas de políticas de armazenamento, distribuição e gestão, além de tecnologias adequadas para a captação de água de chuva. Bombas d'água populares ou cisternas não trazem os benefícios econômicos e de visibilidade dos megaprojetos de abastecimento de água, que beneficiam na maioria das vezes a agroindústria, como é o caso da polêmica transposição do Rio São Francisco (ASA, 2008), designada em seu projeto final como Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. De uma maneira geral as tecnologias para captação de água de chuva, entretanto, podem aumentar o abastecimento de água a um custo relativamente baixo. Além disso, passam para a comunidade a responsabilidade de gerenciar seu próprio abastecimento de água, contribuindo para a sua organização e gestão social.

[1] Projeto de Conclusão do Curso de Pós-Graduação, MBA em Planejamento e Gestão Ambiental, Faculdade de Administração de Pernambuco / Universidade de Pernambuco

[2] Bióloga. Concluinte do MBA em Planejamento e Gestão Ambiental pela Faculdade de Administração de Pernambuco/Universidade de Pernambuco. Fone: (081) 9289-1089, e-mail: alynemesquita@yahoo.com.br

[3] Geógrafa. Pesquisadora da Fundação Joaquim Nabuco/Fundaj). Integrante do Projeto de Cooperação Internacional do Semiárido (CISA). Integrante do Núcleo de Gestão Ambiental da Faculdade de Ciências de Administração de Pernambuco (NGA/FCAP/UPE)

O problema que motivou a elaboração do presente projeto está relacionado que tipos de impactos, positivos e negativos, podem ser citados como os mais importantes nos últimos dois anos no meio rural da região semiárida de Pernambuco com o uso de algumas tecnologias ambientais na área de recursos hídricos para captação e manejo de água da chuva.

A hipótese considerada é a de que existe vantagem no uso dessas tecnologias porque são baratas, permitem um aproveitamento minucioso da água e dos solos e melhoram a qualidade de vida das famílias, podendo gerar renda e valorizar a convivência com o semiárido. Uma das principais justificativas para isso é o fato de que com o uso das tecnologias hídricas no meio rural há um bom aproveitamento da água da chuva e o impacto negativo relacionado ao meio ambiente pode ser desconsiderado se o manejo for adequado. A própria população passa a dominar as técnicas que necessitam, pois participam desde a sua implantação até o uso e manutenção. A qualidade da alimentação e da água melhora consideravelmente, mostrando desdobramentos positivos na área da saúde, geração de renda e promovendo a segurança alimentar e nutricional.

Assim, este trabalho vem identificar os principais impactos e as principais mudanças nas condições de vida da população beneficiada com algumas tecnologias ambientais do Sertão do Pajeú – PE, em duas comunidades atendidas pela Organização Não Governamental Diaconia, nos últimos dois anos, buscando também analisar e comparar as informações encontradas através de questionários aplicados às comunidades com estudos feitos pela Diaconia previamente usados como ferramenta para o seu Planejamento Estratégico em 2010. De forma geral, a implementação das tecnologias ambientais na área de Recursos Hídricos, especificamente nas comunidades de Carnaubinha na zona rural de Afogados da Ingazeira, comunidade com cerca de 50 famílias e Santo Antônio II, também na zona rural de Afogados da Ingazeira, com cerca de 80 famílias, atendidas pela Diaconia, entre 2008 e 2010, no Sertão do Pajeú; identificar os principais impactos ambientais trazidos com a implementação e aplicação racional dessas tecnologias para as famílias e a região; e, mostrar os principais fatores de melhoria da qualidade de vida da população através do uso e disseminação das tecnologias hídricas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir o objetivo desse trabalho de pesquisa a metodologia aplicada baseou-se em i) revisão bibliográfica, ii) entrevista com as famílias beneficiadas com tecnologias para captação de água de chuva e assessoradas pela Diaconia, iii) análise do questionário aplicado de cunho qualitativo, e comparação dos resultados com aquele previamente aplicado pela Instituição como ferramenta para o seu Planejamento Estratégico em 2010 às famílias beneficiadas com as tecnologias, iv) processamento e organização das informações.

O levantamento bibliográfico permitiu identificar as tecnologias de captação de água de chuva em diferentes contextos temporais e espaciais, assim como identificar aquelas apontadas como exitosas (apropriadas, sustentáveis, de fácil manutenção e baixo custo) a exemplo do P1MC, tanto em termos gerais, como pelas comunidades estudadas. Com as entrevistas e aplicação dos questionários, foi possível coletar informações diretamente das famílias beneficiadas com as tecnologias mais populares que são as cisternas.

Atrelado a isso, pesquisadores parceiros, envolvidos com estudos relacionados à área do semiárido deram fundamental contribuição na indicação dos principais impactos encontrados. Na organização das informações, atenção especial foi dada às técnicas que, comprovadamente apresentam baixo custo e elevada eficácia, passíveis de serem apropriadas pelas prefeituras locais, comunidades pobres do interior, e pequenos produtores rurais de outras regiões. A aplicação destas técnicas ajuda tanto no aumento da oferta hídrica, como na melhoria da qualidade da água para consumo humano, pois garantem a água suficiente para a produção de alimentos para as famílias pobres já no primeiro ano de implantação.

A água armazenada e as capacitações das quais as famílias participam permitem o desenvolvimento de práticas que possibilitam a segurança alimentar e nutricional e a produção de base agroecológica garante a qualidade dos alimentos por considerar que este processo isenta o uso de venenos e fertilizantes químicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificou-se como principal impacto ambiental positivo com a implementação de tecnologias como as cisternas para as famílias e a região a minimização da degradação do Bioma Caatinga, pois através da utilização de tecnologias de captação e armazenamento de água no entorno das propriedades foi possível mensurar a recuperação da vegetação com a diminuição da antropização, ajudando na conservação e recomposição de sua mata ciliar. Comprovou-se a redução do problema da escassez de água, com a garantia de água armazenada para a produção de alimentos (frutas, hortaliças e pequenos animais) ao longo do ano (Figura 1). Para efeitos do presente trabalho foram considerados principalmente as ações e os resultados observados com o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), que é uma das ações do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido da Articulação do Semiárido (ASA) e tem por objetivo beneficiar cerca de cinco milhões de pessoas em toda região semiárida com água potável para beber e cozinhar, através captação de água da chuva com das cisternas de placas. Os resultados encontrados em levantamentos bibliográficos sobre experiências de sucesso em captação e manejo de água de chuva também foram considerados como forma de avaliação dos principais impactos socioambientais nas comunidades de Carnaubinha e Santo Antônio II, zona rural de Afogados da Ingazeira/PE.

Fonte: Acervo Diaconia

Figura 1. Agricultor beneficiado com cisterna calçadão produzindo hortaliças

Em muitas regiões semiáridas do mundo, o crescimento populacional e mudanças de hábitos do uso de água e de alimentação, exercem pressão sobre o abastecimento de água para o consumo humano, para os animais e para a agricultura (Figuras 2 e 3).

No caso de captação de água de chuva e armazenamento em cisternas, pode-se identificar dois tipos, como mostram as Figuras 4, 5 e 6 respectivamente: a de placa, com capacidade para armazenar 16 mil litros de água de chuva captados por calha no telhado, do Programa Um milhão de Cisternas (P1MC), que começou em 2003; e a cisterna calçadão, do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), que armazena até 52 mil litros de água para uso em irrigação de hortaliças e pomares no quintal das casas (Naércio & Elaine, 2011).

Pode-se evidenciar ao longo da coleta de informações que houve geração de renda e economia de recursos financeiros das famílias agricultoras, das mais diversas atividades agroecológicas e do desenvolvimento da Região em análise. O maior número de usos múltiplos das tecnologias para captação de água mostrou uma maior possibilidade de convivência com o clima semiárido (Brito et al., 2009). Isto pode ser visto claramente durante esse projeto através da avaliação dos impactos positivos mostrados pelas comunidades, que vão

Fonte: Acervo Diaconia (Maíra Gamarra)

Figura 2 e 3. Sistemas de captação e armazenamento de água para o consumo humano, os animais e a agricultura

Fonte: Acervo Diaconia

Figura 4. Cisterna de 16 mil litros (armazenamento de água para consumo humano)

Fonte: Acervo Diaconia

Figura 5. Calçadão para encher uma cisterna de 52 mil litros (captação e armazenamento de água da chuva)

Fonte: Acervo Diaconia

Figura 6. Cisterna calçadão de 52 mil litros e, no fundo, o calçadão

desde produção consciente, agroecologicamente correta à geração de renda e acesso aos mercados, como se observa nas Figuras 7 e 8 respectivamente.

Fonte: Acervo Diaconia (Maíra Gamarra)

Figura 7. Comercialização de alimentos agroecológicos

Fonte: Acervo Diaconia (Maíra Gamarra)

Figura 8. Alimentos produzidos agroecologicamente

CONCLUSÕES

As tecnologias simples e adaptadas às realidades locais ganharam espaço nas discussões sobre o desenvolvimento local sustentável, mostrando formas opcionais de um manejo mais adequado dos recursos escassos, dando prioridade para a água. O ponto de partida e o princípio unificador da ação pública para a água e o saneamento é o reconhecimento de que a água é um direito humano básico. Isto comprova que um dos maiores problemas da Região semiárida hoje não é a falta de chuva, mas de políticas de armazenamento, distribuição e gestão, além de tecnologias adequadas para a captação de água de chuva.

No semiárido brasileiro, existem várias experiências de tecnologias de sucesso de captação e manejo de água de chuva para uso humano, para criação de animais e produção de alimentos, na sua maioria desenvolvida por agricultores familiares, as quais podem ser multiplicadas, como as cisternas. Essas tecnologias começaram a ser difundidas e passaram a se destacar principalmente com a presença de ONGs atuando no interior dos Estados, situação que ocorria de forma pontual. Foi esse pensamento que levou as Organizações Sociais e de Assessoria Técnica a desenvolverem o P1MC – Programa 1 Milhão de Cisternas, apoiado inicialmente pelo MMA - Ministério do Meio Ambiente, posteriormente pela ANA – Agencia Nacional das Águas, executado por mais de 1.000 entidades que fazem parte da ASA, Articulação do Semiárido. Esse Programa (P1MC) mobiliza e forma famílias para a construção das cisternas, e de acordo com avaliação da ASA, em dois anos iniciaram mudanças sociais, políticas e econômicas na região semiárida. Aumentou a freqüência escolar e reduziu-se o número de pessoas com doenças provocadas pelo consumo de água contaminada.

Nas comunidades de Carnaubinha e Santo Antônio II, ambas na zona rural de Afogados da Ingazeira/PE e atendidas pela Diaconia, ficou claro que colocar água à disposição, em volume suficiente para dar melhores condições de vida à população ainda é um desafio. Porém tem se mostrado possível através do uso de tecnologias de captação de água de chuva, como as cisternas, do combate à desertificação e buscando uma convivência harmoniosa com o semiárido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anjos, J. B. Métodos de Captação de Água de Chuva “in situ”, 9a. Conferência Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva, Petrolina, Brasil, 6 - 9 de Julho de 1999.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas . Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ASA – Articulação do Semiárido. Caminhos para a convivência com o semiárido. Recife: ASA, 2008.

Brito, L. T. de L.; Cavalcanti, N. de B.; Gnadlinger, J.; Pereira, L. A. Cisterna: alternativa hídrica para melhorar a dieta alimentar das famílias do semi-árido brasileiro. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva - Captação e manejo de água de chuva: avanços e desafios em um ambiente de mudanças. Caruaru: ABCMAC: Embrapa Semi-Árido: AMAS-NE, 2009. (CD-ROM)

Franca, D. T.; Cardoso, A. N. Água e sociedade. In: Revista Plenarium. Brasília, Câmara dos Deputados, ano 3, n. 3, p. 20-30, set. 2006.

Naércio, A. M. F.; Elaine, T. P. Avaliação econômica do projeto 1 Milhão de Cisternas – P1MC (relatório final). São Paulo: Ibmec São Paulo e Universidade de São Paulo, 2011.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

POTENCIAL DE REMOÇÃO DE TURBIDEZ DE ÁGUA PARA O ABASTECIMENTO DE COMUNIDADES RURAIS COM O USO DA *Moringa oleifera* LAM

Juscelino Alves Henriques[1], Rui de Oliveira[2], Celeide Maria Belmont Sabino Meira[2], Maniza Sofia Monteiro Fernandes[3] & Clarissa Câmara de Feitas[3]

Resumo: Este trabalho tem por objetivo avaliar o potencial de remoção de turbidez com o uso da *Moringa oleifera* no tratamento de águas para consumo humano provenientes de pequenos açudes. A *Moringa oleifera* pode representar uma significativa contribuição para o tratamento da água, já que suas sementes podem ser utilizadas no seu processo de clarificação. O sistema de tratamento monitorado foi composto de um aparelho *Jar test* para os ensaios de coagulação-floculação-sedimentação. Foram realizadas análises de turbidez e pH. O tratamento foi eficiente para a remoção de turbidez, muito embora sem atender ao padrão de potabilidade em vigor, tendo sido verificado apenas para o pH. A *Moringa oleifera* Lam apresentou excelente potencial para a clarificação da água em estudo, podendo a mesma ser empregada no tratamento de águas advindas de mananciais similares que captam diretamente água de chuva.

Palavras-chave: Tratamento de água, Clarificação de água, Turbidez, *Moringa oleifera.*

INTRODUÇÃO

Segundo o IBGE (2010), no Brasil, 15,64 % da população reside no meio rural, o que representa um total de aproximadamente 5,5 milhões de famílias (DATASUS, 2012). Desse número de famílias, menos da metade tem acesso ao serviço público de abastecimento (2.174.414 famílias); quase a metade é abastecida por poços e/ou nascentes, e quase 700 mil por outros tipos de abastecimento (DATASUS, 2012). Ainda de acordo com DATASUS (2012), aproximadamente 3,45 milhões de famílias utilizam água tratada, sendo esse tratamento realizado por filtração e/ou fervura e/ou cloração, e 2.049.236 famílias não utilizam nenhum tipo de tratamento para suas águas, fato preocupante, especialmente para as autoridades de saúde, demandando tecnologias simples e de baixo custo que possam ser aplicadas no tratamento dessas águas. Para esta concepção, uma alternativa simples e eficiente é o uso de hipoclorito de sódio, distribuído pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), para a desinfecção de águas mais claras.

A água advinda de barreiros, cacimbas e similares, apresenta elevada turbidez, característica da água associada à dificuldade de passagem de luz; na linguagem informal é dito que a água está "barrenta".

A turbidez é um indicador físico da qualidade da água, sendo preconizado, pela Portaria 2.914/2011, um valor máximo de 0,5 uT, após filtração direta ou tratamento completo em ETA's, e de 5 uT, em qualquer ponto da rede de distribuição, além de ser um indicador sentinela da qualidade da água, segundo a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006). A turbidez é proveniente da presença de materiais em suspensão, tais como matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, fitoplâncton e outros organismos microscópicos. O grande inconveniente da turbidez é que ela pode proteger microrganismos presentes na massa líquida, trazendo assim sérios perigos às populações que se utilizam de águas turvas, além de causar rejeição por parte da população devido ao seu aspecto "barrento".

Uma importante alternativa para o abastecimento em comunidades difusas são os carros-pipa, os quais fazem parte da Operação Carro-Pipa sob a responsabilidade do Exército Brasileiro; esta operação faz parte da

[1] Aluno de Graduação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental – CCT/UEPB. Av. Juvêncio Arruda, Bodocongó, Campina Grande, PB. Fone: (83) 9128-7328. E-mail: henriqueskj@gmail.com
[2] Professor Doutor do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental
[3] Mestranda em Engenharia Química – UFCG

atenção dada pelo Ministério da Integração Nacional às populações castigadas pela seca. As águas transportadas pelos carros-pipa são captadas em mananciais e/ou em reservatórios do sistema de abastecimento de água dos centros urbanos; geralmente para garantir a segurança da água à população são adicionadas pastilhas de hipoclorito de cálcio à água. Chegando às comunidades a água é transferida para as cisternas, nas quais fica armazenada e, posteriormente, é distribuída à população. A Operação Carro-Pipa não contempla apenas as comunidades rurais, mas também algumas cidades que passam por períodos de desabastecimento de água pelo serviço público.

Além da Operação Carro-Pipa há um importante programa do Ministério da Integração Nacional (MIN), o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - "ÁGUA PARA TODOS", o qual foi estabelecido pelo Decreto Federal nº 7.535 de 26 de julho de 2011, sendo "destinado a promover a universalização do acesso à água em áreas rurais, para consumo humano e para a produção agrícola e alimentar, visando ao pleno desenvolvimento humano e à segurança alimentar e nutricional de famílias em situação de vulnerabilidade social" (Decreto nº 7.535/2011).

A *Moringa oleifera* Lamarck é uma planta originária da Índia, presente em países como Etiópia, Sudão, países da América Central, Ásia entre outros, sendo difundida por todo o mundo pelo seu caráter adaptativo, principalmente em regiões de clima tropical, sendo tolerante à seca, e crescendo em diversos tipos de solo, tendo melhor desenvolvimento em solo preto argiloso bem drenado e ligeiramente ácido (DALLA ROSA, 1993). Este vegetal apresenta uma enorme contribuição para as tecnologias ambientais, especialmente no tratamento da água, já que as sementes da *Moringa oleifera* Lam podem ser utilizadas no processo de clarificação da água, atuando na diminuição da turbidez e da cor aparente.

Este trabalho tem por objetivo avaliar o potencial de remoção de turbidez em águas provenientes de um pequeno açude localizado na comunidade rural de Batente de Pedra, município de Ingá (PB), através da utilização de *Moringa oleifera* Lam, com vistas ao abastecimento desta comunidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi selecionado um pequeno açude (Figura 1) localizado no Sítio São João, inserido na comunidade rural de Batente de Pedra, a qual se encontra no município de Ingá.

O Sítio Batente de Pedra dista aproximadamente 2 km da sede do município, segundo dados da Secretaria de Agricultura do Município de Ingá, motivo pelo qual o mesmo foi selecionado como ambiente de estudo. Nessa localidade residem aproximadamente 20 famílias, totalizando 75 habitantes, onde estes, na sua maioria, são abastecidos por água proveniente de carros-pipa e cisternas particulares, construídas pelos próprios

Figura 1. Vista completa do açude amostrado neste trabalho

moradores, e apenas uma (Figura 3.1) foi construída por programa governamental. Nos domicílios que não possuem cisternas e, na falta de água proveniente de carros-pipa, estes são abastecidos por águas provenientes de dois pequenos açudes, "Açude de João Mago" (7° 17´ 4,8´´ - Sul, 35° 38´ 13,7´´ - Oeste e cota de 179 m), localizado no Sítio São João (dista aproximadamente 150 m da comunidade, o que justifica sua utilização neste trabalho).

O preparo da suspensão da *Moringa oleifera* Lam foi realizado da seguinte forma: com as sementes previamente descascadas, as mesmas foram colocadas em estufa, com vistas à redução da umidade, facilitando assim sua trituração; posteriormente foram pesados 10 g da semente para posterior trituração, a qual foi realizada com auxílio de um almofariz com pistilo. Foram adicionadas umas poucas quantidades de água destilada no triturado com a finalidade de preparar uma pasta; esta foi homogeneizada, e posteriormente vertida para um béquer de 500 ml, no qual foi adicionado um volume de aproximadamente 300 ml de água destilada, a suspensão foi bem misturada, com vistas à liberação do princípio ativo contido nas sementes de *Moringa oleifera*. Após a mistura, todo conteúdo do béquer foi transferido, com a ajuda de um funil, para um balão volumétrico de 500 ml, sendo o volume aferido com a adição de água destilada; e em seguida foi realizada a homogeneização padrão para preparo de soluções. Essa suspensão tem uma concentração de 20 g/L.

O sistema de tratamento era composto de um jartest (MILAN JAR TEST-JT 102), para o ensaio de coagulação-floculação-sedimentação. Foram realizados ensaios com águas de outros mananciais, com vistas à obtenção da dosagem ótima de coagulante para a remoção de turbidez, bem como, para testes de tempo de sedimentação e, para obtenção da melhor fase (em suspensão aquosa ou em pó) do coagulante a ser utilizado. Os ensaios de Jar test foram adaptados a partir do recomendado por Richter (2009), com 45 s para mistura rápida (rotação de aproximadamente 300 rpm), início de coagulação com 10 min em rotação de 60 rpm, início da floculação com 10 min em rotação de 40 rpm e, sedimentação por 10 min. Após 6 ensaios realizados foram estabelecidos tempo de sedimentação ótimo de 30 min e dosagem de coagulante, na forma de suspensão aquosa, de 30 ml para uma concentração de 20 g/L. Todo o experimento foi realizado no Laboratório de Saneamento Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

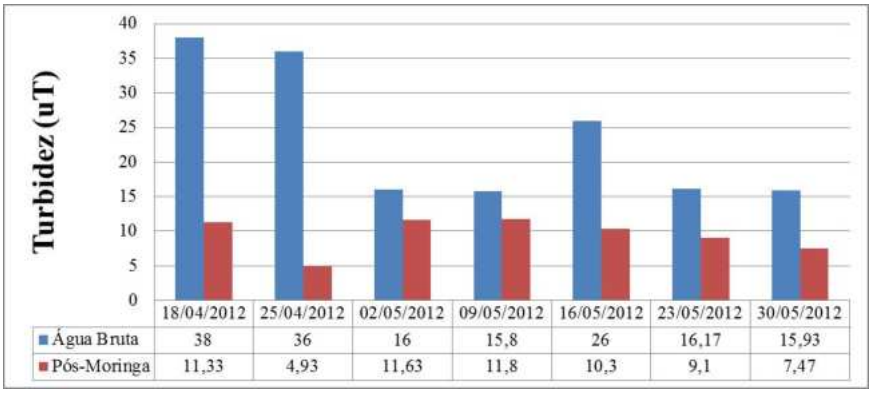
Segundo a Portaria 2.914/2011 a turbidez deve apresentar valor de 1 uT após a filtração lenta e de 5 uT em qualquer ponto do sistema de distribuição de água. Neste trabalho a turbidez foi determinada pelo método nefelométrico com a utilização de turbidímetro portátil (MS TECNOPON modelo TB-1000) provido de fonte de luz de filamento de tungstênio, sendo a distância atravessada pela luz incidente não maior que 10 cm.

Para água de abastecimento humano o padrão de potabilidade exige que a água apresente valores de pH entre 6,0 e 9,5. O pH foi determinado pelo método potenciométrico com medidor de pH portátil (HANNA Instruments modelo HI 221), calibrado com soluções tampões de pH 7 e 9.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

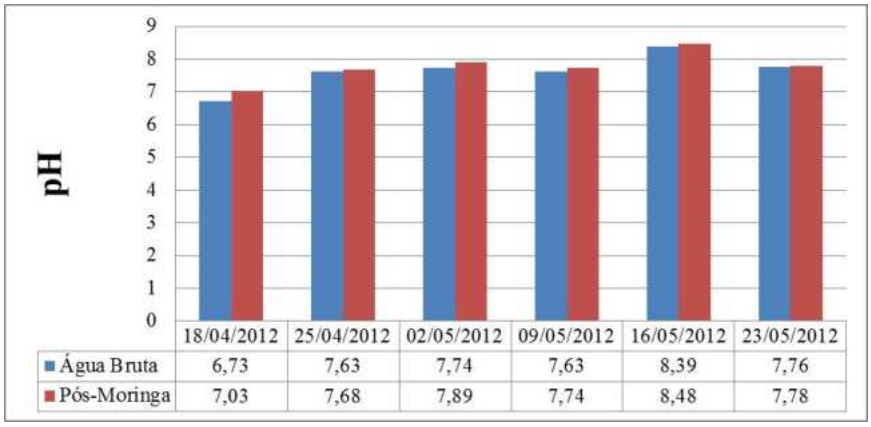
A Figura 2 ilustra o comportamento da turbidez no sistema estudado, sendo verificado que para valores elevados deste indicador a *Moringa oleifera* se apresenta de modo muito eficiente para sua remoção, o que não é observado em valores baixo de turbidez. Este comportamento pode ser justificado pela baixa eficiência do mecanismo de arraste, o qual ocorre na decantação. Este mecanismo físico depende do tamanho dos flocos, e consequentemente da quantidade de material particulado em suspensão. Foi constado que apenas no ensaio de 25/04/2012, o valor de turbidez se manteve abaixo de 5 uT.

Para o indicador pH é ilustrado na Figura 3 que, tanto na água bruta como na água após o tratamento com a *Moringa oleifera*, permaneceu dentro do padrão de potabilidade recomendado pela Portaria 2.914/2011. Foi constatado que não houve diferença significativa entra a água antes e após o tratamento proposto, ocorrendo apenas uma suave elevação nos valores deste indicador, o que pode ser justificado pela influência do polímero catiônico presente nas sementes de *Moringa*.



	18/04/2012	25/04/2012	02/05/2012	09/05/2012	16/05/2012	23/05/2012	30/05/2012
Água Bruta	38	36	16	15,8	26	16,17	15,93
Pós-Moringa	11,33	4,93	11,63	11,8	10,3	9,1	7,47

Figura 2. Resultados das análises de Turbidez no tratamento estudado



	18/04/2012	25/04/2012	02/05/2012	09/05/2012	16/05/2012	23/05/2012
Água Bruta	6,73	7,63	7,74	7,63	8,39	7,76
Pós-Moringa	7,03	7,68	7,89	7,74	8,48	7,78

Figura 3. Resultados das análises de pH no tratamento estudado

No contexto do Nordeste brasileiro, principalmente para as regiões de clima semiárido, como a estudada, as quais sofrem anualmente com a ausência de água potável, e apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento da *Moringa oleifera* Lam, é percebido que o uso deste vegetal se apresenta como importante alternativa, não só para o tratamento da água, mas também para seus diversos usos, desde a alimentação animal, como planta forrageira, até para alimentação humana, conforme utilizada em países africanos e asiáticos, fazendo-se o aproveitamento da planta por completo. Isto é possível já que segundo Jahn (1986) a *Moringa* não apresenta nenhum efeito tóxico sobre humanos e animais.

CONCLUSÃO

A *Moringa oleifera* Lam se mostrou propícia à remoção de turbidez da água em estudo, muito embora seja observado que o tratamento não atendeu ao padrão de potabilidade em vigor no que se refere a este indicador, sendo necessárias outras etapas de tratamento posterior. De acordo com o supracitado, o tratamento com a *Moringa* por si só não é capaz de atender a necessidade de abastecimento de água da comunidade em estudo.

É observado que há necessidade de modificar o processo operacional do sistema supracitado, bem como as dosagens da suspensão empregada, levando-se em consideração a escala do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Portaria 2.914, 14 de dezembro de 2011*. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. DATASUS. *Sistema de Informação de Atenção Básica (SIAB) – Situação de Saneamento – Brasil*. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?siab/cnv/siabcBR.DEF>. Acessado em: 22/03/2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. *ÁGUA PARA TODOS*. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/agua-para-todos>. Acessado em: 28/03/2012.

BRASIL. SENADO FEDERAL. *DECRETO Nº 7.535/2011 - Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água - "ÁGUA PARA TODOS"*. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7535.htm>. Acessado em: 28/03/2012.

DALLA ROSA, K. R. *Moringa oleifera: a perfect tree for home gardens*. Hawai: NFTA, Agroforestry Species Highlights, 1993.

JAHN, S. A. A.. *Proper use of African natural coagulants for rural water supllies – Research in the Sudan and a guide for new projects*. Rossdorf: - Verlagsgesellschaft, 1986.

RICHTER, C. A.. *ÁGUA: MÉTODOS E TECNOLOGIA DE TRATAMENTO*. São Paulo: Editora Blucher, 2009. p 310-311.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

MESORREGIÕES DA PARAÍBA E SUAS NECESSIDADES DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Márcia Cristina de Araújo Pereira[1], Daniele Ferreira de Melo[2], Rayssa Gabriele Cardoso Meló[2], Rafaela Felix Basílio da Silva[2] & Soahd Arruda Rached Farias[3]

Resumo: O Nordeste brasileiro possui uma caracteristica climática do semiárido, com uma variação temporal e espacial da precipitação onde há anos chuvos e anos secos. A seca é uma dos grandes desafios para a população nordestina, porém o regime de chuvas não é tão pequeno, mais é confontado com um alto índice de evaporação. A Paraíba apresenta uma maior evapotranspiração na mesorregião do Sertão enquanto na mesorregião do Litoral temos a maior contribuição de chuvas. O Sertão, a Borborema e o Agreste Paraibano possuem um índice de precipitação anual baixa quando relacionado a evapotranspiração existente, necessitando para menor risco da agricultura de sequeiro, técnicas de contenção de solo, permitindo uma chance maior de produção mesmo com maior intervalo entre chuvas. Já o litoral da paraiba é a mesorregião que melhor se destaca quando relacionado a sua disposição de chuvas confrontadas com a evapotranspiração, mesmo assim não pode-se deixar de realizar obras que proporcione uma melhor infiltração de água juntamente com sua deposição no solo.

Palavras-chave: evapotranspiração, barragens subterrânea, cisternas fechadas.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro possui um clima definido por quatro dos principais sistemas de circulação atmosférica, que ao passarem pela região, provocam longos períodos secos e chuvas ocasionais concentradas em poucos meses do ano, provocados por fenômenos naturais. Assim para o sertanejo conviver melhor nessas condições faz-se necessário a adoção de tecnologia de captação da água da chuva para usá-las tanto nos veranicos que ocorre no período chuvoso como após este período (Moura et al., 2007).

A região do semiárido brasileiro abrange a maior parte dos estados do Nordeste, e parte da região setentrional de Minas Gerais e o norte do Espírito Santo, abrangendo uma área total de 969.589,4 Km² (Cirilo, 2008). A precipitação pluviométrica é em média cerca de 750 mm ano^{-1}, de forma bastante irregular no espaço e no tempo, embora em algumas áreas a precipitação média não ultrapasse os 400 mm ano^{-1}. E para agravar ainda mais, a evapotranspiração (perda de água pela evaporação), é bastante significativa chegando a 2.500 mm/ ano, destacando o déficit hídrico como o maior obstáculo para a ocupação do semi-árido, ocasionado a degradação da qualidade das águas por meio da eutrofização e salinização, dificultando assim a produtividade agrícola. Como o subsolo é rico em rochas cristalinas (de baixa permeabilidade), a formação de aqüíferos subterrâneos é limitada. O regime de chuvas rápidas e fortes também diminui a penetração de água no subsolo.

O objetivo desde trabalho foi de analisar o regime de chuvas durante dezesseis anos, nas mesorregiões da Paraíba através das cidades escolhidas, quanto às características de precipitação de forma espaciais e temporais ao longo dos meses durante o período de 1995 a 2010; uniformidade de precipitação ao longo dos anos em uma mesma cidade e oscilação temporal de quantitativo da precipitação mensal no período considerado chuvoso para o município, visando associar tais informações as recomendações técnicas de captação de água para fins de exploração da agricultura de sequeiro e reserva de água para criação de animais e consumo humano, considerando também as particularidades de solo (infiltração) e evapotranspiração dos locais analisados.

[1] Graduanda em Engenharia Agrícola/CTRN, UFCG, Rua Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário, Campina Grande – PB, fone: (83) 91565864, e-mail: marcia.cris19@hotmail.com
[2] Graduanda em Engenharia Agrícola/CTRN, UFCG, Campina Grande-PB
[3] Professora Adjunta da UFCG/CTRN/UAEA

MATERIAL E MÉTODOS

A Paraíba tem como área total 56.469,466 Km², com uma população de 3.766.528 hab., e uma densidade demográfica de 66,70 hab./km², totalizando 223 municípios (IBGE, censo 2010), distribuídos em microrregiões e mesorregiões. De modo geral a Paraíba esta caracterizada por um clima tropical úmido no litoral, com chuvas abundantes. Na medida em que nos deslocamos para o interior, depois da Serra da Borborema, o clima torna-se semiárido e sujeito a estiagens prolongadas e precipitações abaixo dos 500 mm (Figura 1), as temperaturas médias anuais ultrapassam os 26°C, com algumas exceções no Planalto da Borborema onde a temperatura é de 24° C.

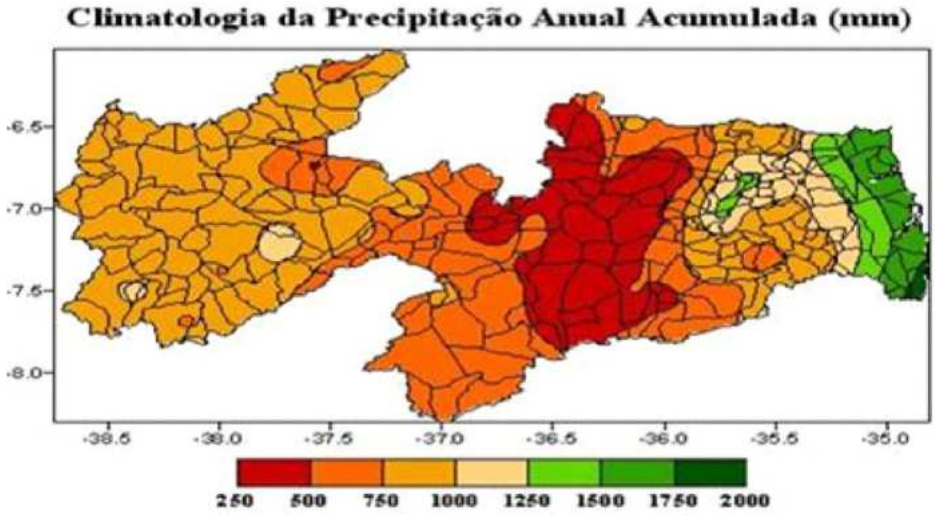


Figura 1. Regime esperado de chuvas anuais na Paraíba. Fonte AESA (2012)

As mesorregiões paraibanas são classificadas como Sertão, Borborema, Agreste e Litoral Paraibano, onde cada região possui características distintas. Por este fato foi escolhido de cada mesorregião uma cidade para representar suas características de modo geral, no qual estas características serão relacionadas à distribuição de chuvas nestes locais, com o intuito de mostrar meios de captação de água de cada região relacionados à sua demanda quanto ao consumo de água humano e animal.

A cidade escolhida para caracterizar a mesorregião do Sertão paraibano foi Itaporanga, que possui 23.195,0 hab., sendo 17.632 hab. domiciliados na zona urbana e 5.563 hab. na zona rural, com área de 468,07 Km² (IBGE, censo 2010), com precipitação anual média de 900 mm, possuindo solos Aluviais, Litólicos Eutróficos e Bruno não cálcicos (AESA, 2010).

O município escolhido para representar a mesorregião da Borborema foi Monteiro, a área total da região é de 986,37 Km², com precipitação media anual que varia de 600 a 700 mm de acordo com a localidade, com predominância de solos Bruno não cálcico, Aluviais, Litólicos Eutróficos e Podzólico Vermelho Amarelo, (AESA, 2010). Com uma população de 30.844 hab., sendo que deste total 20.259 hab., estão domiciliados na zona urbana e 10.585 na zona rural, (IBGE, censo 2010).

O município de Queimadas foi o escolhido para representar a mesorregião do Agreste paraibano, segundo AESA (2010), o município de Queimadas, possui um índice de precipitação anual variando de 500 a 800 mm de acordo com sua localização, os solos predominantes são os Vertissolos variando com solos Litólicos Eutróficos. Com uma população de 41.054 hab., sendo que 22.249 hab. residem na zona urbana e 18, 805 hab., na zona rural, com área de 409,20 Km² (IBGE, censo 2010).

Sapé é um município que representa a mesorregião do Litoral Paraibano, tendo de acordo com o IBGE (2010), uma população de 50.151hab., no qual 38.149 residem zona urbana e 12.002 na zona rural. Tendo

como predominâncias de solos Aluviais, Podzólico Vermelho Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico, Bruno não cálcico, tendo área total de 316,33 Km², com precipitação anual média que varia de 1.000 à 1.200 de acordo com o local, (AESA, 2010).

Através de uma avaliação numérica do ocorrido de chuvas acumuladas mensais e anuais nos municípios em estudo durante os últimos 16 anos, foi avaliado o acumulo de chuvas mensais e anuais, no qual utilizou a estatística descritiva com valores de média, mediana, coeficiente de variação, máximo e mínimo e confrontando as necessidades hídricas de pessoas e animais deste local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os municípios de Itaporanga, Monteiro, Queimadas e Sapé, encontram-se em zona esperada de (924,3, 622,9, 767,5 e 1.029,1) mm ano^{-1}, respectivamente, de acordo com LMRS- Laboratório de Meteorologia Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba, (2000), a atual AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, já a evapotranspiração destes municípios respectivamente são (1.931,5, 1.715,5, 1.640,1 e 1.531,4) mm/ano, de acordo com a metodologia de Hargreaves, (1974).

De acordo com a Tabela 1, pode-se observar que a cidade de Itaporanga que esta representando a mesorregião do Sertão Paraibano, tem precipitação significativa os meses de janeiro a maio. Observando a série dos 16 anos (1994-2010), é evidenciado que nos anos de 1998, 2001 e 2010, não ocorreu chuva na região durante o mês de maio, já no ano de 2008, não ocorreu chuva no mês de fevereiro, apesar desses meses fazerem parte do período de maior precipitação da região. No ano de 2001, no município de Itaporanga, além de não ter ocorrido chuva no mês de maio, este ano foi um dos que ocorreu menor índice de precipitação, dificultando assim o sucesso da agricultura de sequeiro.

Tabela 1. Valores mensais de precipitação do Município de Itaporanga dos anos de 1995 a 2010

Indice de Precipetação Mensal do ano de 1995 à 2011 da Cidade de Itaporánga-PB												
Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1995	200,6	90,9	168,2	347,2	165,2	40,3	29,4	0,0	0,0	0,0	45,4	7,1
1996	58,4	104,6	258,1	244,4	104,4	29,4	0,0	0,0	0,0	3,5	108,0	25,0
1997	153,9	74,0	400,2	218,1	144,7	16,9	21,9	23,4	0,0	38,6	66,5	167,5
1998	200,4	87,0	145,4	173,7	0,0	21,3	8,0	2,8	0,0	0,8	2,2	2,5
1999	122,7	82,3	406,1	47,0	186,5	6,8	2,2	0,0	0,0	23,8	17,3	74,3
2000	130,0	255,2	183,5	390,4	24,5	4,0	5,8	16,2	8,2	28,0	0,0	81,7
2001	18,2	162,4	222,3	21,5	0,0	46,8	9,6	0,0	4,4	38,7	2,0	124,3
2002	345,4	112,5	70,6	42,2	139,5	60,2	15,4	0,0	7,8	2,0	41,8	2,8
2003	375,8	160,6	213,6	145,4	57,5	9,8	15,5	0,0	0,0	0,0	40,2	16,1
2004	442,6	384,4	70,6	60,2	200,3	31,6	11,0	2,3	0,4	0,0	3,0	51,4
2005	151,2	89,4	285,2	46,2	36,1	75,9	2,9	9,7	0,4	0,0	0,0	77,5
2006	4,4	179,3	534,6	246,3	163,5	19,5	28,8	0,0	0,0	9,4	17,4	7,6
2007	139,4	376,4	181,9	137,8	31,2	2,6	0,0	4,1	0,0	9,3	45,0	13,9
2008	154,3	0,0	429,2	379,3	162,3	27,3	27,3	12,2	0,0	0,0	0,0	5,6
2009	132,5	180,7	201,9	251,3	221,1	28,1	20,4	20,0	0,0	71,5	14,0	43,5
2010	171,0	36,0	77,5	171,4	0,0	46,0	0,0	0,0	0,0	81,1	0,0	76,0

Fonte: AESA (2012)

Nos anos de 1997, 2004 e 2006, foram onde ocorreram meses de maior precipitação em relação as suas médias mensais da LMRS, no entanto vale salientar que caso não haja obras de captação de água necessárias para acumular a água durante este período de chuva, a maior parte dela é escoada superficialmente, pelos solos rasos (Litólico Eutrofico e Bruno não cálcico), conforme é informado no mapa do município (AESA, 2010), como também, pelas características destes solos, existe bom percentual de argilas, que diminui a capacidade rápida de infiltração.

Ao analisarmos a Tabela 2, foi observado que o ano que houve menor precipitação foi o de 1998, em que se observa uma precipitação total igual a 170 mm, já o ano de maior precipitação foi o de 2009, com 883,6 mm ano^{-1}. Vale salientar que o índice de evapotranspiração (ETR) da cidade é de 1.715,5 mm ano^{-1} (SUDENE,

1984). Diante dos índices de chuvas mensais observados nos 16 anos, é totalmente desfavorável, pela irregularidade, em Monteiro, embora é considerado o melhor regime de chuva mensal entre meses de fevereiro a maio, é observado que estes meses não apresentam freqüentemente uma forma de crescente e posterior decrescente índice de chuva, mas sim, alternando ao longo dos meses, ora com mais e ora com menos (1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2008), indicando que, tendo oportunidade de mais infiltração da água no solo em meses de mais chuvas, existe possibilidade do ciclo da cultura anual desenvolver e obter produção, mas para isto o produtor deve está atendo as práticas agrícola conservacionista, e realizar obras de captação de água de chuva que possa reservar volume suficiente para atender seu rebanho e família.

Tabela 2. Valores mensais de precipitação do Município de Monteiro dos anos de 1995 à 2010

Indice de Precipetação Mensal do ano de 1995 à 2011 da Cidade de Monteiro /Embrapa-PB												
Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1995	20,3	108,7	145,8	98,3	145,8	1,6	41,6	0,3	0,0	0,0	127,0	17,6
1996	34,8	23,0	93,1	131,2	162,2	20,3	17,3	23,3	0,0	1,5	0,0	0,0
1997	49,5	12,8	93,1	51,9	139,9	10,8	43,9	43,1	0,0	0,0	0,0	159,0
1998	9,2	0,0	29,6	63,8	0,0	10,5	19,3	32,3	5,6	0,0	0,0	0,0
1999	63,0	8,2	82,4	7,8	56,8	34,8	58,8	0,0	0,0	24,5	27,0	88,0
2000	104,8	173,0	52,4	139,8	37,4	31,8	61,8	17,4	62,2	0,0	5,6	106,9
2001	20,0	18,4	169,0	24,6	0,0	112,6	62,6	3,4	21,0	45,0	0,0	80,1
2002	229,9	137,6	129,2	61,5	114,2	38,7	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,6
2003	73,2	48,0	133,1	20,6	61,4	37,0	23,3	0,0	6,5	0,0	0,0	5,0
2004	534,2	57,0	51,2	61,7	58,5	34,5	44,9	12,5	0,0	0,0	0,0	2,8
2005	18,5	75,0	278,2	17,7	63,1	123,6	35,0	30,3	0,0	0,0	0,0	65,9
2006	0,0	96,8	89,7	193,3	253,3	47,5	12,1	0,0	5,0	0,0	10,0	0,0
2007	0,0	211,2	80,6	87,0	95,7	17,7	14,3	8,4	0,0	0,5	2,0	0,0
2008	28,0	77,4	275,6	51,7	249,9	44,2	18,2	42,4	2,5	0,0	0,0	0,8
2009	108,8	71,0	77,8	247,3	223,2	38,5	35,9	60,0	0,0	21,1	0,0	*
2010	57,2	58,6	37,9	94,3	19,0	138,7	12,4	0,0	5,5	166,7	0,0	167,3

Fonte: AESA (2012)
(*) Ausência de dados

Essa quantidade de obras é planejada de acordo a demanda e diversas formas de captação poderá vim a ser fonte de água, para isto é necessário também observar os teores de sais decorrente dos riachos das referidas comunidades, mas em geral é possível encontrar locais que possam acomodar barramentos subterrâneos, telhados para cisternas, lajedos ou construções de calçadões para cisternões de 52.000 litros, e tantas obras que possam promover obstáculo, infiltração ou reserva de água após as chuvas e enxurradas.

Observando a Tabela 3, dos índices de precipitação da cidade de Queimadas, em que se destaca pela má distribuição das chuvas temporal, em especial no período de verão (chuvas tropicais), nos meses de janeiro e fevereiro, são totalmente imprevisíveis de ocorrer, sendo impossível de propor um inicio de plantio decorrente

Tabela 3. Valores mensais de precipitação do Município de Queimadas dos anos de 1995 a 2010

Indice de Precipetação Mensal do ano de 1995 à 2011 da Cidade de Queimadas-PB												
Anos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1995	2,5	9,6	70,0	125,0	61,9	143,2	136,4	20,9	2,5	0,0	2,8	0,0
1996	11,0	31,2	47,6	170,1	61,0	94,5	74,5	101,2	4,0	4,5	58,0	0,0
1997	2,2	92,0	100,3	80,5	89,3	27,6	76,2	50,2	8,2	0,0	0,0	47,5
1998	2,4	0,0	72,1	6,0	45,2	22,2	54,8	87,5	0,0	4,7	0,0	0,0
1999	4,1	32,5	118,1	31,2	61,1	38,2	76,2	28,3	12,6	26,5	0,0	36,2
2000	86,8	121,0	14,7	151,8	81,9	185,2	183,5	128,7	108,0	17,0	0,0	35,4
2001	18,5	18,2	39,3	72,9	0,0	131,1	111,9	59,3	28,9	24,6	0,0	3,3
2002	103,9	11,3	49,0	8,2	76,3	148,6	34,3	33,6	0,0	10,6	14,1	0,0
2003	13,4	50,3	77,9	36,7	79,3	128,5	94,1	40,2	28,8	0,0	0,0	0,0
2004	275,4	179,8	77,9	36,7	124,0	150,8	137,6	49,8	24,7	0,0	0,0	0,0
2005	12,7	10,1	146,1	33,4	147,6	231,4	46,5	102,8	6,3	0,0	0,0	17,2
2006	0,0	13,0	49,1	88,7	95,2	129,8	68,2	40,9	0,0	5,3	23,2	0,0
2007	27,6	138,3	100,6	82,1	62,9	109,5	49,0	69,2	52,4	0,0	0,0	52,4
2008	20,9	0,0	357,2	79,1	139,3	62,5	129,8	68,0	18,5	6,4	0,0	0,0
2009	37,3	118,6	46,4	109,6	106,4	81,8	73,5	44,3	3,5	0,0	5,4	5,4
2010	63,9	26,6	10,0	87,6	9,2	171,2	36,7	55,2	27,2	0,0	0,0	83,7

Fonte: AESA (2012)

destas chuvas, porém, com a possibilidade de obstáculos subterrâneos, estas chuvas são providenciais para acumulo de água durante a passagem de água em excesso pelos riachos, induzindo a infiltração e retenção, qualquer que seja a produção agrícola sobre esta bacia hidráulica, terá chances reais de usufruir de maior umidade, e atingir o ciclo aguardando as chuvas advindas de março e os meses seguintes.

É observada, mesmo em pequenas quantidades, a presença de chuvas em 8 a 7 meses por ano. Decorrente de está classificado com região Semiárida, o índice acumulado de evapotranspiração de referencia da cidade, segundo Hargreaves, em trabalho realizado no Brasil, em 1974 (SUDENE/MINTER, 1984), estimou-se um valor anual de 1.640,1 mm ano $^{-1}$, na estação Bodocongó-PB, atual município vizinho de Barra de Santana, e confrontando com a média do local de 767,5 mm ano^{-1}, pode-se observar a grande necessidade de planejar técnicas de reserva de água que reduza o máximo a evaporação nos casos de obras de acumulo de pequena quantidade de água, e produzir o máximo de obstáculos superficiais para auxiliar na infiltração de água no solo, semelhante a processo de leirões em curva de nível, vindo a ser motivo queda, que todas as águas precipitadas no local, pudessem manter infiltradas no solo, auxiliando significativamente a produção agrícola do local. Salientando que sempre deverão ser estudadas melhores áreas com solos mais profundos (aluviões, baixios, várzeas) no caso de não existir encostas mais apropriadas para produção de ciclo curto.

A cidade de Sapé possui média de ETR de 1.531,4 mm ano^{-1}, com relação o índice precipitação média que é de 1.029,1 mm ano^{-1} é o municipio que realmente tem melhores condições para a produção agrícola de sequeiro, mas observando a distribuição das chuvas ao longo dos meses (Tabela 4), observou-se que se trata de uma cidade que não sofre muito em relação ou defict hídrico, porém se considerarmos precipitação mensal significativa a partir de 70 mm/mês, verificamos que os meses que melhor ocorreram distribuição das chuvas foram meses de março à julho, deixando a desejar nos meses distintos.

Tabela 4. Valores mensais de precipitação do Município de Sapé dos anos de 1995 a 2010

Índice de precipitação mensal de 1995 à 2010 da cidade de Sapé - PB												
Anos	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1995	0,0	82,3	16,2	137,8	149,3	172,3	213,6	17,0	6,4	8,8	20,2	0,0
1996	10,0	64,5	231,6	228,7	80,2	163,9	115,2	122,0	63,2	14,0	34,1	16,3
1997	5,1	154,0	8,2	104,6	226,0	57,7	164,6	59,4	5,3	6,4	2,8	60,8
1998	57,8	3,2	38,2	50,1	88,0	79,9	151,3	12,9	12,9	14,7	1,0	12,2
1999	22,3	32,8	99,9	32,2	164,5	106,1	73,3	41,9	25,3	44,1	24,3	64,2
2000	116,5	71,3	63,0	158,7	122,7	409,4	305,6	140,6	204,1	5,6	17,2	66,6
2001	12,4	6,0	94,1	141,9	7,5	159,0	94,0	54,3	71,1	5,7	3,0	32,2
2002	106,2	43,8	175,7	74,8	89,9	327,0	61,3	68,7	6,4	30,2	30,7	2,6
2003	25,3	251,6	238,6	100,8	89,3	316,6	113,8	66,4	32,1	42,6	8,2	23,9
2004	289,6	212,4	79,4	101,2	161,4	302,8	289,4	37,2	28,4	16,8	15,2	2,2
2005	2,8	16,2	82,4	50,6	201,2	394,6	50,6	160,6	28,8	3,8	5,2	22,6
2006	3,4	70,0	91,4	118,8	95,4	162,8	107,2	78,0	19,4	9,6	17,2	23,2
2007	37,2	36,6	115,2	235,4	74,8	356,0	98,6	83,4	61,8	16,6	17,2	34,4
2008	49,4	2,0	207,2	157,0	107,4	172,2	141,7	201,6	40,8	12,8	2,2	16,8
2009	120,2	137,0	87,8	96,8	286,0	221,0	295,8	100,6	16,8	0,4	11,2	5,8
2010	69,0	20,8	17,0	89,0	30,0	138,4	114,3	77,7	30,1	2,0	2,8	17,8

Fonte: AESA (2012)

CONCLUSÕES

Avaliando o regime de chuvas entre 1995 e 2010 dos municípios em mesorregiões diferentes (Itaporanga, Monteiro, Queimadas e Sapé), foi verificada uma oscilação de quantidade e temporal na ocorrência de chuvas, sendo uma ação da natureza, cabe aos governantes realizar planejamento quantitativo e auxiliar com financiamento os produtores rurais para que as fontes de água construídas e adequadas para cada rebanho existente.

A implantação da agricultura de sequeiro durante o período de maior umidade de cada região consorciada com construções de barragens subterrâneas mais os poços amazonas em locais apropriados poderá beneficiar aos moradores dessas regiões.

Em locais com predominância de solos salinos faz-se necessária a implantação de cisternas ou cisternões, para que assim possa se armazenar água para o consumo próprio sem se preocupar com a qualidade da água e também com o intuito de evitar ou minimizar a evapotranspiração.

A construção de barragens profundas, com um menor espelho de água, também se trata de uma técnica para minimização causada pela má distribuição de chuvas confrontadas com a evapotranspiração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. http://www.aesa.pb.gov.br, 14 de junho de 2012.

Cirilo, J. A. C. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. Estudos Avançados, v.22, p.61-82, 2008.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil. php?Sigla=PB, 14 de junho de 2012.

LMRS-Laboratório de Meteorologia Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba, (2000).

Moura, M. S.; Galvíncio, J. D.; Brito, L. T. de L.; Silva, A. de S.; Sá, I. I. de.; Leite, W. de M.

Influência da Precipitação Pluviométrica nas das Áreas de Captação de Água de Chuva na Bahia. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 6. Anais... Belo Horizonte: ABCMAC. 2007. CD Rom.

SUDENE/MINTER, Dados Climáticos Básicos do Nordeste Brasileiro, Recife, PE, 1984.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES E USOS DE ÁGUA NA COMUNIDADE NEGRA SENHOR DO BONFIM, MUNICÍPIO DE AREIA-PB[1]

Carla Rafaela Pereira da Silva[2], Euriko dos Santos Yogi[3],
Fernando dos Santos Araújo[4] & Rosivaldo Gomes de Sá Sobrinho[5]

Resumo: No Semiárido Brasileiro, existem várias experiências de tecnologias de captação e manejo de água de chuva para uso humano, criação de animais e produção de alimentos, em sua maioria, desenvolvidas por comunidades tradicionais, as quais podem ser multiplicadas. Atualmente existem poucos estudos relacionados ao manejo dos recursos hídricos nessas comunidades, dessa forma, este trabalho teve por objetivo identificar os sistemas de captação, fontes e usos da água na comunidade negra Senhor do Bonfim, no município de Areia-PB. Como ferramenta de pesquisa utilizou-se a observação assistemática e a aplicação de entrevistas semiestruturadas conduzidas de forma que os entrevistados pudessem se expressar livremente abordando seus problemas cotidianos e anseios. A Comunidade Negra Senhor do Bonfim tem seu suprimento de água baseado em diversas fontes, sendo a captação de água de chuva em cisternas uma das principais fontes de água potável para a comunidade. Apesar da disponibilidade de água de chuva armazenadas em barreiros e açudes, esta é subutilizada devido à falta de equipamentos para condução dessa água.

Palavras-chave: chuva, quilombola, recursos hídricos, captação de água

INTRODUÇÃO

A necessidade por água potável obrigou o homem a elaborar tecnologias para captar e armazenar água desde os tempos mais remotos. Adotar essas técnicas não significa retroceder aos modos ancestrais de vida, mas aperfeiçoar estas tecnologias que são extremamente importantes para regiões em que a água é escassa (Santos et al., 2009).

As tecnologias de captação de água de chuva utilizam a parte da água que, de outra maneira, retornaria à atmosfera por meio da evaporação direta ou transpiração de plantas não alimentares, infiltraria no lençol freático, ou ainda escorreria para os rios.

No Semiárido Brasileiro, existem várias experiências de tecnologias de captação e manejo de água de chuva para uso humano, para criação de animais e produção de alimentos, em sua maioria, desenvolvidas por agricultores familiares, as quais podem ser multiplicadas (Rodrigues et al. 2011).

A técnica mais básica para captação e armazenamento de água de chuva, utilizada em pequenas propriedades rurais consiste na captação de água de chuva nos telhados das casas e armazenamento desta água em reservatórios denominados de cisternas (Santos et al., 2009). As cisternas além de fornecer água de beber para as famílias na época da seca também são indispensáveis para fornecer água para plantas e animais.

A construção de barreiros e pequenos açudes também representam alternativas viáveis para o suprimento de água em comunidades rurais, servindo também para disponibilizar água aos animais e irrigação. Parte do fornecimento de água para consumo humano na pequena propriedade provém, geralmente, de poços e nascentes, provavelmente por apresentarem água de melhor qualidade.

As populações rurais organizam sua produção pautada na falta ou abundância de água, mas nem sempre quantidade quer dizer qualidade e proximidade (Rodrigues & Ribeiro, 2009). Segundo Gómez-Pompa & Kaus

[1] Projeto Financiado pelo CNPq: Cultivando autonomia: Uma proposta de transição agroecológica na Comunidade Negra Senhor do Bonfim, município de Areia-PB
[2] Graduanda em Agronomia CCA/UFPB. Bolsista IEX/CNPq. Rua Semeão Leal, Nº 281, Centro, Areia-PB. CEP 58397-000. Fone: (083) 96225185. E-mail: rafaela_2502@hotmail.com
[3] Graduando em Agronomia CCA/UFPB. Pesquisador bolsista de Iniciação Científica do CNPq
[4] Programa de pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural - UFSCar, Araras-SP
[5] Professor do Dpt. de Ciências Fundamentais e Sociais CCA/UFPB

(2000) essas populações possuem técnicas de manejo acumuladas ao longo de gerações, baseadas na compreensão aprofundada sobre seu ambiente.

Nesse sentido podemos destacar a Comunidade Negra Senhor do Bonfim, localizada no município de Areia-PB que atualmente, passa por um processo de desenvolvimento sociocultural e econômico, valorizando o saber local e as formas tradicionais de produção. É composta por 21 famílias de população remanescente de quilombolas que desenvolvem um modelo de desenvolvimento sustentável orientado pelos princípios da agroecologia.

Inúmeros estudos realizados pela etnoecologia têm demonstrado a diversidade dos saberes das populações tradicionais, o que proporciona o aumento da compreensão sobre a dinâmica utilizada por estes segmentos sociais, para que se possa melhor utilizar suas técnicas, seja por meio dos recursos disponíveis no meio ambiente, que foram por eles utilizados, seja para adaptar esses recursos às novas necessidades (Castro, 2000).

Atualmente existem poucos estudos relacionados ao manejo dos recursos hídricos em populações tradicionais, dessa forma, este trabalho teve por objetivo identificar as fontes e usos da água na comunidade negra Senhor do Bonfim, município de Areia-PB.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Comunidade Negra Senhor do Bonfim, localizada no município de Areia. Como ferramenta de estudo utilizou-se a observação assistemática segundo Rudio (1979) e aplicação de entrevistas semiestruturadas com perguntas padronizadas seguindo metodologia proposta por Marconi & Lakatos (2009). As entrevistas foram conduzidas de forma em que os entrevistados pudessem se expressar livremente abordando seus problemas cotidianos e seus anseios.

O questionário foi aplicado no período de março a maio de 2011, com perguntas semiestruturadas acerca dos usos e fontes de água, bem como sua quantificação na comunidade. As entrevistas foram realizadas na residência de cada família com apresentação da equipe e breve explicação do projeto e da necessidade da coleta de dados. Os dados foram organizados por categorias segundo a metodologia de Bardin (2002), sendo organizados em tabelas utilizando-se o programa Microsoft Office Excel 2007.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Comunidade Negra Senhor do Bonfim tem seu suprimento de água baseado em diversas fontes. A água utilizada para consumo humano e o uso doméstico é proveniente, principalmente, de cisternas de alvenaria e nascentes (Tabela 1). A água das cisternas é captada dos telhados das casas quando chove, sendo armazenada e utilizada para uso diário. É também abastecida raramente por carros pipas em períodos de extrema escassez de chuvas.

Tabela 1. Fontes e usos da água na Comunidade Negra Senhor do Bonfim, município de Areia-PB

Fonte de água	Quantidade (unid.)	Uso da água na comunidade
Açude	4	Não utilizada
Barreiro	14	Horta, consumo animal, doméstico e humano
Cisterna	10	Consumo doméstico e humano
Nascente	8	Horta, consumo animal, doméstico e humano

Apenas 59% das famílias utilizam a água captada em cisternas (Figura 1). Parte delas foram adquiridas por meio de um fundo rotativo, que funciona como um sistema de crédito mútuo, na qual, cada família contribui mensalmente com uma quantia mínima para construção de mais cisternas.

Além do uso doméstico e consumo humano, a água proveniente das nascentes também é utilizada para o consumo animal e para regar as plantas da horta. A água coletada das nascentes é transportada até as residências,

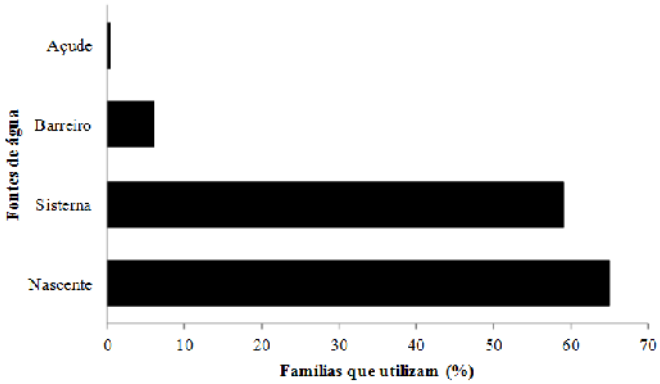


Figura 1. Porcentagem de famílias que utilizam diferentes fontes de água na Comunidade Negra Senhor do Bonfim, município de Areia-PB

na qual é armazenada em tanques de alvenaria, potes de argila e galões de polietileno. O tratamento da água para consumo humano se resume na utilização de filtros de argila, coadores e fervura, além de tratarem a água das cisternas, quando possuem, com cloro adquirido junto a Associação de Apoio aos Assentamentos e Comunidades Afrodescendentes (AACADE).

A água fornecida para o consumo animal é proveniente, em sua maioria, da captação de água de chuva em barreiros e parte das nascentes (Tabela 1). O gado criado solto tem livre acesso a um dos barreiros da comunidade, sendo que as criações em sistema confinado próximo às casas, a água é transportada e fornecida direto no bebedouro.

A comunidade possui uma pequena produção de hortaliças (Pereira et al., 2011) que utiliza a água das nascentes e barreiros para regar as plantas (Tabela 1).

Na figura 1, observa-se que nenhuma das famílias faz uso da água dos quatro açudes da comunidade visto que, na época, ainda não possuíam acesso a estes. Outra questão a ser considerada é a falta de equipamentos como tubulações e bombas hidráulicas para captação e condução dessa água. Nenhuma das famílias possui sistema de irrigação, mas consideram importante a sua implantação, tendo em vista aumentar a produção de alimentos.

Das 17 famílias entrevistadas 35% julgaram que a água não é suficiente para atender a demanda da produção agrícola e pecuária e 18% afirmaram ser insuficiente para o consumo da família. A participação em cursos de capacitação voltados para captação de água de chuva, proteção de nascentes e tratamento da água para consumo humano ainda é incipiente na comunidade.

CONCLUSÕES

A Comunidade Negra Senhor do Bonfim tem seu suprimento de água baseado em diversas fontes, sendo a captação de água de chuva em cisternas uma das principais fontes de água potável para a comunidade. Apesar da disponibilidade de água em barreiros e açudes, esta é subutilizada devido à falta de equipamentos para captação e condução dessa água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.

CASTRO, E. Território, Biodiversidade e Saberes de populações Tradicionais. In: DIEGUES, A. C. (Org.). Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos. São Paulo: Hucitec, NUPAUB-USP. 2000, p.165

GÓMEZ-POMPA, A.; KAUS, A. Domesticando o mito da natureza Selvagem. In: DIEGUES, A. C. (Org.). Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos. São Paulo: Hucitec, NUPAUB-USP, 2000, p.125

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. Fundamentos da Metodologia Científica. 6. Ed. São Paulo: Atlas 2009.

RODRIGUES, A. C. C.; RIBEIRO, A. E. M. Resgate das Estratégias e Alternativas de Uso da Água por Famílias Rurais da Sub-Bacia do Rio dos Cochos, Semiárido Mineiro. Rev. Bras. De Agroecologia/nov. Vol. 4 No. 2, 2009

RUDIO, F. V. Introdução ao projeto de pesquisa científica. 2 ed. Petrópolis, Vozes, 1979, p. 107-117.

SANTOS, M. J.; ARAUJO, L. E.; OLIVEIRA, E. M.; SILVA, B. B. Seca, precipitação e captação de água de chuva no semiárido de Sergipe. Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, 2009, p. 55-73

SILVA, C. R. P.; YOGI, E. S.; SÁ SOBRINHO, R. G.; TORRES, E. J. M.; SOUZA, C. F.; ARAÚJO, F. S. Identificação e comercialização de produtos agrícolas de base agroecológica produzidos na Comunidade Negra Senhor do Bonfim, município de Areia-PB. In: VII Congresso brasileiro de agroecologia, Anais... Fortaleza, 2011.

Quadro 1. Questionário dos usos e fontes de água na Comunidade Negra Senhor do Bomfim, município de Areia-PB

Entrevistador: _____ **Pessoa entrevistada** (nome e posição na família):	**Data da entrevista:** ___ /___ / __.
Nome do (a) responsável: **Comunidade:**	**Município:**
1. Qual a origem da água utilizada para o abastecimento de sua família?	( ) Açude ( ) Rio ( ) Cacimba ( ) Barreiros ( ) Cisterna Familiar ( ) Caixa D´água Comunitária ( ) Barragem ( ) Poço Artesiano ( ) Outros
2. Essa fonte de Água é?	( ) Própria ( ) Comunitária ( ) De propriedade Particular ( ) Pública
3. De que maneira você trata a água de beber?	( ) Filtra ( ) Ferve ( ) Côa ( ) Produto químico. Qual?_____ ( ) Produto natural ( ) Não trata ( ) Outros.
4. Sua família já participou de algum curso voltado para a utilização e tratamento da água para o consumo humano e animal?	( ) Sim ( ) Não
5. Sua família já participou de algum curso sobre a importância de proteger as fontes de água?	( ) Sim ( ) Não

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

MONITORAMENTO PARTICIPATIVO DA QUALIDADE DA ÁGUA COMO PRÁTICA EDUCATIVA A SERVIÇO DO SANEAMENTO AMBIENTAL RURAL

Carlos Eduardo Siste[1] & Enio Giuliano Girão[2]

Resumo: O trabalho apresenta uma visão ampliada do conceito de educação sanitária e ambiental em comunidades rurais. Analisam-se publicações sobre o tema e seus resultados, apontando-se alternativas de participação social, através do monitoramento participativo da qualidade da água como prática diferenciada para a solução ou minimização dos problemas. Opta-se por fazer questionamentos aos leitores sobre o papel das tecnologias emergentes aliadas à participação social na resolução dos seus problemas de saneamento rural. O monitoramento participativo de águas apresenta-se como instrumento a serviço da sociedade.

Palavras-chave: qualidade de água, educação e participação social.

INTRODUÇÃO

Curiosidade de saber e conhecer, tomar gosto, pegar o jeito! Aumenta-se o entusiasmo, clareia-se o entendimento e se revela o desconhecido. Após algum tempo, vem o engajamento voluntário e a ação com convicção. Eis o caminho percorrido pelo Vigilante da Água, um cidadão predisposto à vontade de aprender e influenciar pessoas para mudanças de comportamento e atitudes necessárias à conservação e à proteção dos recursos hídricos.

A educação ambiental desponta como um caminho pelo qual o conhecimento humano poderá construir uma nova mentalidade sobre a relação das pessoas com o seu ambiente. O ato de dar descarga no vaso sanitário é um exemplo de como a sociedade moderna ainda atribui o papel utilitarista da água em suas vidas. Pouco se reflete sobre a conseqüência deste ato para além do seu ambiente, afinal se paga para que o serviço público cuide disso e pronto! A mesma água descartada, levando esgoto hoje, poderá ser aquela posta no bebedouro, amanhã. E assim se desenha o cenário de poluição, degradação e morte para muitos cursos d'água. A lógica é simples: paga-se para algum serviço fornecer a água tratada e pronto! O mesmo desenvolvimento que produz degradação também produz variadas formas de conhecimento capazes de revelar o quão frágeis são os recursos hídricos e gerar tecnologias, das simples às mais sofisticadas, possibilitando associar seu uso à conservação e à preservação.

Assim, surgem algumas questões que precisam ser mais bem compreendidas: Afinal, pagar para poluir resolve o problema da degradação ambiental? Por que ainda continuamos a degradar as águas, mesmo sabendo ser este um comportamento equivocado? Que fatores impedem a população de colocar em prática e transformar em hábito o enorme acervo de conhecimentos e tecnologias ambientais já disponíveis e outros tantos a se desenvolverem? Existem sinais e evidências de que caminhamos rumo ao colapso dos corpos d'água? Porque a mentalidade da população continua anestesiada para as graves consequências desta possível situação? Por que tantas iniciativas de capacitação técnica e educação sanitária e ambiental não logram seus objetivos e decepcionam tanto os seus idealizadores/promotores quanto seus usuários? Quais mudanças são necessárias, em quais meios e escalas elas surtirão melhores, promissores e desejáveis resultados? Por que as mudanças são tão lentas?

Reflete-se aqui a necessidade de ampliar a visão sobre a vigilância sanitária e ambiental, abarcando métodos educativos que possibilitem a diferentes públicos o aprendizado reeducador e multiplicador de conceitos

[1] Eng.º Agrônomo, Especialista em Manejo Ambiental de Sistemas Agrícolas. C.P. 828, CEP 30.161-970, Belo Horizonte, MG. Fone: (31) 3333-5848, Celular: (31) 9977-7129 e 9950-4868. E-mail: cadusiste@terra.com.br
[2] Advogado, Eng.º Agrônomo, M. Sc., Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical. E-mail: enio.girao@embrapa.br

essenciais à mudança de atitude perante o uso e a conservação dos recursos naturais. Propõe-se como fio condutor da reflexão o monitoramento participativo da qualidade da água, que emprega técnicas educativas adaptadas capazes de gerar informações de qualidade ambiental para diagnóstico, planejamento e mitigação de impactos sobre os recursos hídricos em comunidades rurais e/ou microbacias hidrográficas.

MATERIAIS E MÉTODO

Para a elaboração deste trabalho foram analisados artigos científicos, dissertações e teses, além de recorrer à experiência dos autores[3] em projetos e atividades de monitoramento participativo comunitário da qualidade das águas no Vale do Jequitinhonha-MG e no Ceará.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mesmo problema em dois contextos

Os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável publicados em 2010 indicam que o Brasil deverá alcançar muito em breve as metas do milênio estabelecidas para o quesito acesso à água potável. Em 2008, 92,8% da população urbana tinha acesso à rede geral, no entanto, apenas 31,5% da população rural tinham acesso a este tipo de sistema, o que torna esta parcela da população vulnerável e exposta às enfermidades transmitidas pela água e suas consequências para a manutenção da saúde. A maior parte da população é servida por outras fontes de água cuja qualidade e potabilidade são por vezes desconhecidas.

Os dados oficiais de monitoramento, ainda que disponíveis, não estão acessíveis à boa parte da população, que sequer tem conhecimento de sua existência. O alto custo de instalação e de manutenção de redes públicas de abastecimento em comunidades dispersas, associado à insuficiência de recursos financeiros e de estrutura, são frequentes justificativas dadas pelos governantes para a demora na superação desta situação. A degradação causada pela poluição (esgoto doméstico e industrial, lixo, defensivos agrícolas etc.) e a gestão ineficiente das fontes hídricas (uso intensivo e desperdício), como resultado das diferentes atividades de intervenção humanas numa determinada localidade, podem estar relacionadas ao desconhecimento da população sobre os reais impactos destas atividades, suas conseqüências e sobre as práticas que poderiam ser adotadas visando à sua prevenção e/ou mitigação.

O processo é de mão dupla: a degradação gerada no meio rural afeta a qualidade da água consumida no meio urbano, e a poluição gerada nas cidades e lançada nos corpos hídricos impacta as atividades de quem habita o meio rural. A separação urbano-rural no âmbito de bacias hidrográficas se dá apenas para fins de diferenciação do problema da degradação em diferentes contextos, sendo um mais concentrado (urbano) e outro mais difuso (rural), e de como a sociedade se organiza para responder aos problemas. Trata-se de um ambiente contínuo, restrito apenas por divisores de água entre bacias. Nas áreas urbanas o saneamento (coleta e tratamento de esgoto e lixo e abastecimento de água), ainda que não totalmente eficiente, está em funcionamento, atendendo à população, que paga pelo mesmo.

Entretanto, considerando a realidade da população dispersa em comunidades rurais remotas, estes serviços ainda estão longe das necessidades existentes. Para estas localidades pouco se sabe e poucos são os dados disponíveis de qualidade da água das fontes que abastecem as populações, seja por meio de sistemas coletivos ou individuais. Esta situação tem chamado a atenção e mobilizado organizações da sociedade civil, instituições de pesquisa, universidades e governos para a necessidade de discutir alternativas para tal situação. A integração destes diferentes atores é uma das chaves para a superação de obstáculos até então intransponíveis.

[3] Carlos Eduardo Siste e Enio Giuliano Girão possuem, respectivamente, mais de 12 e 6 anos de experiência em mobilização comunitária relacionadaao monitoramento da qualidade da água de consumo humano e outros usos múltiplos

Qualidade de água: Uma visão ampliada para além da necessidade de saciar a sede

Um grupo de moradores que têm suas casas de passeio às margens do Lake Martin, um lago artificial do estado norteamericano do Alabama, preocupa-se com a qualidade da água do reservatório pelo simples fato de ser neste que diariamente praticam seus esportes náuticos, divertem-se com os amigos e familiares, pescam e que, por esta razão, não gostariam de ter águas poluídas nas portas de suas casas, atrapalhando seu lazer. Por outro lado, uma família do semiárido brasileiro que instala uma cisterna de captação de água de chuva em sua casa também deve se manter segura da qualidade da água que atenderá às suas necessidades básicas (beber água, cozinhar alimentos). Um pequeno produtor de leite deveria igualmente se preocupar com a qualidade da água usada para manipular e higienizar os utensílios utilizados na ordenha e armazenamento do leite.

Mesmo que pareça excesso de zelo, a primeira situação descrita em nada se diferencia das demais, pois ambas tratam da mesma preocupação: assegurar a manutenção de recursos hídricos de qualidade para que as pessoas não estejam expostas a riscos de contrair doenças de veiculação hídrica. A exigência de água de qualidade deve ser uma preocupação dos próprios usuários, independentemente de sua finalidade. É possível abordar estas três situações aparentemente distintas numa mesma perspectiva de educação sanitária e ambiental?

Nas últimas duas décadas intensificaram-se os esforços na promoção de soluções tecnológicas simplificadas de abastecimento de água potável e destinação de esgoto sanitário em áreas rurais. Considerando-se os atuais sistemas de monitoramento e controle oficiais da qualidade da água consumida pelas populações rurais, afirma-se a tese de que a maioria destas populações não dispõe de acesso aos dados de monitoramento da qualidade da água das fontes das quais se utilizam; e que desconhecem ou não sabem informar sobre a qualidade da água destas fontes. Nas estações de tratamento de água das cidades (ETA) a água liberada nas redes públicas de distribuição tem sua qualidade monitorada sistemática e diariamente a intervalos muito curtos de tempo. Porque tal nível de preocupação não se estende à água consumida pela população rural? Certamente, tamanho da população como fator de risco não é melhor justificativa numa perspectiva de equidade de direitos.

Água de qualidade tem um papel fundamental para assegurar a segurança sanitária dos alimentos durante as etapas do processo de produção nas agroindústrias. Cinturões verdes produtores de hortaliças que abastecem os grandes centros urbanos não deveriam existir à revelia de um sistema que pudesse informar periodicamente aos horticultores a situação da qualidade da água usada na irrigação. O consumo *in natura* de hortaliças irrigadas por águas contaminadas torna-se um fator de risco para a população.

Como as áreas rurais também ocupam a maior porção das bacias hidrográficas e têm os impactos das atividades humanas mais bem caracterizados nas microbacias, torna-se necessário reforçar a ideia de se tomar as pequenas bacias como a melhor opção de unidade de planejamento e gestão para fins de monitoramento e controle da qualidade da água, pois, analogamente à interpretação de um mapa, quanto maior a sua escala maior será a riqueza de detalhes e possibilidade de interpretações. É nesta escala espacial que fica mais evidente a dinâmica e a forma como a população ocupa e utiliza os recursos naturais ali existentes.

Torna-se mais lógico constituir-se um comitê de microbacia composto por representantes dos seus diferentes usuários que, em menores grupos, disporão de mais possibilidades de participar, identificando, por exemplo, fontes de poluição pontual cujos impactos incidem sobre uma fonte hídrica comum, afetando mutuamente a toda a população naquela e para além daquela microbacia. Um debate poderá ser aberto, e mediado, por exemplo, entre usuários que despejam esgoto sanitário num rio a montante de um ponto de captação usado por horticultores localizados à jusante deste mesmo ponto. Cada um poderá expor suas justificativas, necessidades, possibilidades e limitações, o que constitui grande passo para a reflexão necessária aos consensos e acordos de convivência, além das ações necessárias.

O que diz a pesquisa científica sobre a situação da qualidade da água no meio rural?

Num recorte de três décadas encontramos várias publicações científicas retratando diferentes olhares e preocupações sobre a qualidade de água no meio rural, normalmente associadas a estudos de casos em diferentes

localidades e regiões, porém, todas trazendo evidências de que há razões para se preocupar com a qualidade da água consumida no meio rural. Estas pesquisas têm possibilitado evidenciar com mais clareza e precisão, sobretudo a partir de 2000, o quadro geral de alguns importantes indicadores de potabilidade de água, como por exemplo, a presença da bactéria *Escherichia coli* como bioindicador de contaminação fecal.

Um estudo realizado na comunidade rural do Bairro Chapadão, no município de Fortaleza de Minas-MG, revelou que todas as amostras de água analisadas continham níveis de contaminação por *Escherichia coli* e Coliformes Totais acima do valor permitido pela portaria MS 518/2004[2](Prado, 2010). Os resultados mostraram que 66,67% dos entrevistados não utilizavam nenhum tipo de tratamento para a água consumida e 46,67% consideravam a água de boa qualidade, reforçando a tese anteriormente descrita.

Casali (2008) analisou a água de 34 escolas e comunidades rurais de cinco municípios da região central do Rio Grande do Sul e constatou que 73,5% das amostras estavam incompatíveis com os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, segundo a portaria MS 518/2004.

Uma análise de 112 cisternas individuais de captação de água de chuva para abastecimento humano no Vale do Jequitinhonha-MG revelou que 70% destas apresentaram resultados de potabilidade incompatíveis com a portaria MS 518/04 (Silva, 2007), ou seja, são impróprias para consumo humano, sem a desinfecção. Estudos semelhantes conduzidos em sete comunidades rurais de Tuparetama-PE revelaram que 34,1% de 66 amostras domiciliares de água apresentavam contaminação por *Escherichia coli* (Xavier, 2008).

Amaral *et al.* (2003) avaliaram a qualidade higiênico-sanitária de 30 propriedades rurais da região noroeste do estado de São Paulo. Os resultados evidenciaram que 90% das amostras de água das fontes, 90% dos reservatórios e 96,7% de água de consumo humano, colhidas no período das chuvas, e 83,3%, 96,7% e 90% daquelas colhidas respectivamente nos mesmos locais, durante a estiagem, estavam fora dos padrões microbiológicos de potabilidade.

Com o objetivo de avaliar a qualidade da água utilizada na higienização do úbere e limpeza de tetas de vacas leiteiras, de equipamentos e utensílios de ordenha em propriedades leiteiras de três municípios do estado do Maranhão, Lacerda *et al.* (2009) analisaram 20 amostras no período de verão e 20 amostras no período de inverno. No verão, 90% das amostras para coliformes totais e 75% de amostras para *E. coli* e, no inverno, 90% das amostras para coliformes totais e 70% para *E. coli* estavam em desacordo com a portaria MS n° 518/2004.

Estudo semelhante foi conduzido por Araújo *et al.* (2009), que avaliaram a qualidade microbiológica da água em 32 propriedades leiteiras no município de Luz – MG. A qualidade microbiológica da água de todas as amostras estava fora dos padrões de potabilidade, segundo a portaria MS 518/2004. Observou-se grande discrepância entre a percepção destes produtores e os resultados encontrados, mostrando o descaso em relação à qualidade da água utilizada na produção leiteira, o que, novamente, reforça a tese anteriormente citada.

Educação sanitária ou educação ambiental?

Outro ponto comum encontrado em quase todos os estudos apresentados é que a recomendação da adoção de medidas de educação sanitária para os usuários das fontes hídricas estudadas apresenta-se como condição essencial à mitigação dos problemas. Usa-se desta recomendação para resgatar uma reflexão que precisa ser recolocada na pauta do dia: Sobre que tipo de educação sanitária está-se falando e em qual formato se faz necessária?

É certo que os agentes de saúde sempre estiveram a campo, em maior ou menor grau, atuantes na disseminação das medidas de educação sanitária no meio rural, bem como os agentes da extensão e assistência técnica agropecuária, com avanços que não podem ser ignorados.

Contudo, é inevitável a pergunta: por que tantas ações de capacitação técnica e educação sanitária e ambiental não logram seus objetivos e decepcionam tanto os seus idealizadores quanto seus usuários? Por que as mudanças são tão lentas? Não é difícil encontrar uma enxurrada de respostas acompanhadas de justificativas para estes questionamentos; o que não se sabe ao certo é se estas são de fato as melhores de que se dispõe.

Um passo importante a ser dado, aproveitando-se do momento em que sociedade mobiliza e interconecta seus diferentes atores, é olhar para o conjunto de problemas-respostas já construído/consagrado no discurso comum e na prática da educação sanitária e a avaliar a oportunidade didática dos métodos aplicados até então, no intuito de identificar necessidades de mudanças, ajustes e até mesmo sua substituição por outros que possam ser desenvolvidos como fruto desta avaliação.

A título de exemplo, cita-se o caso da tradicional (e eficaz!) recomendação para desinfecção e obtenção de água potável feita para famílias do meio rural. Em princípio, está-se diante de um procedimento educativo simples, de fácil compreensão e execução, tanto aos olhos de quem educa (por exemplo, agentes de saúde) quanto daqueles que se fazem educandos. Mas basta uma pergunta para a qual a resposta nem sempre é tão fácil e simples assim: se é sabido que filtrar, tratar a água mediante fervura ou adição de cloro é medida segura para obter água potável, essencial à boa saúde, por que muitos que se educaram, têm condições e acesso aos meios de realizar tal procedimento, não incorporam tal prática à sua rotina de vida?

Optando-se por respostas diretas do tipo senso comum cometeremos fatalmente o engano revelador da nossa própria ignorância e incapacidade de educadores. Nestas situações é preciso romper com a falta de humildade para reconhecer que existem tempos diferentes para exposição e resposta a estímulos de aprendizagem e que os métodos de ensino não são perfeitos e infalíveis. Programas e projetos, governamentais ou não, não podem desconsiderar esta variável no desenho de suas ações. Há que se considerar que, dentre tantas variáveis envolvidas com esta simples medida de educação sanitária, impõe-se o livre arbítrio; nele nos esbarramos e por vezes nele nos encostamos, inertes, conformados, à espera de respostas.

Compreendendo a educação ambiental como sendo portadora da capacidade de convergir os diferentes saberes produzidos pelas diferentes áreas do conhecimento humano (disciplinas), e considerando o contexto antes descrito, arriscamos sugerir um reposicionamento da educação sanitária *strictu sensu* (foco na vigilância sanitária), inserindo-a de forma mais ampla por meio da aproximação e do diálogo com outras disciplinas e formas de produção do conhecimento sobre os processos produtores de saúde na população. Desta forma, tomando o exemplo anterior, teríamos um cenário em que a construção de possíveis métodos e práticas para contornar e superar a não adoção das medidas sanitárias para obtenção de água potável seria facilitada pelo diálogo entre os detentores do conhecimento técnico elaborado (pesquisadores), os disseminadores do conhecimento técnico aplicado (técnicos de campo) e os detentores de conhecimentos não técnico-científicos, vulgo saber popular.

A título de exemplo, ouvimos falar sobre o uso de "pedras de enxofre" como prática corrente visando ao tratamento e à melhoria da qualidade da água de cisternas de placas. Qual a origem desta prática? O que diz o saber científico sobre isso? Existem pesquisas que respaldam ou refutam esta prática, fruto do saber popular? Qual a relação disso com o atual modelo e a estrutura de vigilância sanitária? Naquela oportunidade recorremos a um centro de pesquisa em busca de possíveis informações e respostas. Informados fomos da falta de pesquisas/evidências e necessidade de estudos sobre o assunto. Desta forma, em meio a tantos outros exemplos e oportunidades possíveis, pergunta-se: há espaço para integração dos saberes e produção de um novo conhecimento em favor de uma melhor educação sanitária?

Tecnologia, uso e democratização da informação: descomplicar para aplicar

É inegável a contribuição que o desenvolvimento tecnológico dos países trouxe para a melhoria da qualidade de vida de suas populações. Estreitando o foco sobre as tecnologias aplicadas a estudos ambientais, ampliamos enormemente nossas possibilidades de ação e transformação de realidades, antes inimagináveis de serem transpostas num curto espaço de tempo. Com o advento das tais tecnologias da informação está sendo possível transformar o jeito de se conceber e fazer as coisas, atribuindo-lhes um novo sentido ou finalidade.

Desta forma, resgatamos nossa discussão sobre o estudo, monitoramento e produção de informações e conhecimentos na área ambiental e posicioná-la frente ao que chamaremos de oportunidade de construção de

um ambiente participativo, educativo e democrático de se conceber e praticar a vigilância sanitária e ambiental com foco na qualidade da água.

Num modelo concentrador-descentralizador de informações e conhecimentos sobre qualidade de água, vamos da coleta de dados a campo, passando por laboratórios, gerando outros dados que serão compilados, processados, analisados e posteriormente devolvidos e/ou publicados em diferentes formatos de comunicação, visando ao alcance de diferentes públicos e subsidiando diferentes propósitos e intenções. Toda esta lógica demanda estruturas e recursos que, via de regra, está a cargo do serviço público.

O monitoramento participativo comunitário da qualidade da água e sua conservação (Vigilantes da Água) em microbacias hidrográficas do Vale do Jequitinhonha – MG e do Vale do Jaguaribe, Ceará (Embrapa, 2009) é focado na formação de voluntários, moradores de comunidades rurais, que monitoram a ocorrência de *E. coli* e outros coliformes, com técnicas simples de análise e kits de baixo custo certificados pelo Global Water Watch (GWW), uma rede mundial de monitoramento da qualidade da água. O principal elemento do modelo são as pessoas, organizadas em grupos responsáveis pela identificação dos locais de monitoramento, coleta e avaliação da qualidade da água, organização dos dados, avaliação dos problemas encontrados e definição de estratégias de atuação para solução dos mesmos.

A experiência da rede GWW nos países em desenvolvimento mostra que grupos formados em comunidades de baixo poder aquisitivo e escolaridade conduzem projetos eficientemente. No Ceará, a atuação dos Vigilantes da Água influenciou na redução dos índices de contaminação, chegando a 80% em cisternas de placas e outros reservatórios, e consequente diminuição as Doenças Diarréicas Agudas (DDA). No Vale do Jequitinhonha, em 220 cisternas de placas do município de Berilo, este índice ultrapassou 60%.

Os propósitos desta forma de se pensar e organizar a ação do estado na sociedade responde às necessidades de gestão, controle e avaliação por parte dos seus gestores. E um aspecto especificamente é aqui destacado para fins de nortear nossa reflexão: a gestão e ação baseada em indicadores. Dentre outras aplicações, os indicadores são amplamente usados como medida quantitativa, e por vezes qualitativa, do status de um aspecto que se deseja avaliar, como por exemplo, taxa de internação motivada por doenças de veiculação hídrica.

Recorre-se à sequência de dados gerados pelos participantes ou ao banco de dados informatizado disponibilizado pelo parceiro (EMBRAPA), sobre qualidade da água de fontes de consumo em comunidades rurais dispersas, verificam-se os níveis de contaminação, analisam-se possíveis correlações, geram-se mapas, gráficos, tabelas, relatórios, comunicados e se orientam as ações corretivas em resposta a este indicador. Este modelo considera a aplicação imediata das variáveis tempo de diagnóstico e tempo de resposta, o que o difere do sistema oficial e cientifico constituído em torno dos sistemas de vigilância sanitária, que também requer um corpo técnico de pessoal qualificado em cada um de seus níveis para garantir a confiabilidade e a segurança dos dados.

CONCLUSÕES

As reflexões, partir de uma visão crítica ampliada sobre recursos hídricos, ajudam a compreender e resolver problemas relacionados à contaminação bacteriológica na água de consumo humano. O monitoramento participativo da qualidadeda água é uma das alternativas à solução dos problemas ambientais, especialmente no semiárido, com carência de serviços de saneamento rural, que em muito depende de soluções alternativas e de baixo custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaral, L.A.; Nader Filho, A.; Rossi Junior, O. D.; Ferreira, F.L.A.; Barros, L.S.S. **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais**.Revista Saúde Pública, 2003; 37(4):510-4.

Araújo, M.M.P.; Alves, P.D.D.; Barbosa, F.H.F.; Rosa, C.A. **Qualidade higiênico-sanitária do leite e da água de algumas propriedades da bacialeiteira do município de Luz – MG** Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 9, n. 2, 2009.

Casali, C.A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do rio grande do sul.**Santa Maria: UFSM, 2008. 173p.Dissertação.

EMBRAPA. **Manual prático para formação e capacitação de grupos comunitários em métodos de monitoramento de qualidade da água – módulo II: avaliação bacteriológica da água**. Carlos Eduardo Siste, Enio Giuliano Girão e Bryan L. Duncan (Org.). Ivan Vieira (Trad.). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 64p. (Documentos, 120).

Lacerda, L.M.; Mota, R.A.; Sena, M.J. **Qualidade microbiológica da água utilizada em fazendas leiteiras para limpeza das tetas de vacas e equipamentos leiteiros em três municípios do estado do Maranhão**. Instituto Biológico, São Paulo, v.76, n.4, p.569-575, out./dez., 2009.

Prado, E.L. do. **Qualidade da água utilizada por uma população de zona rural de Fortaleza de minas – MG: risco à saúde publica**. Ribeirão Preto: USP, 2010. 196p. Tese Doutorado.

Silva, C.V. da. **Qualidade da água de chuva paraconsumo humano armazenada emcisternas de placa. Estudo de caso: Araçuaí, MG.**Belo Horizonte: UFMG, 2006. 136p. Dissertação.

Xavier, R.P. **Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no semiárido paraibano.** Campina Grande: UFCG, 2010. 114p. Dissertação.

O DESCARTE DAS PRIMEIRAS ÁGUAS E A QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA

Cícero Onofre de Andrade Neto[1]

Resumo: Pesquisas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte avaliaram a variação da qualidade da água de chuva coletando diretamente amostras distintas seqüenciais dos 10 primeiros milímetros de chuvas e concluíram que há grande melhora da qualidade da água após o primeiro milímetro de cada chuva. Outras pesquisas também mostraram que os primeiros milímetros de cada chuva lavam a atmosfera e a superfície de captação arrastando poluentes, mas o restante da água é muito boa. Pesquisadores do Projeto Cisternas, um projeto de cinco universidades brasileiras, testaram dispositivos para descarte automático das águas do início da chuva e concluíram que são eficientes na proteção sanitária, embora não sejam suficientes para garantir a portabilidade da água em todos os casos. Conclui-se: as primeiras águas da chuva realmente têm grande influencia sobre a qualidade da água captada; geralmente o primeiro milímetro de cada chuva é suficiente para lavar a atmosfera e a superfície de captação; existem dispositivos eficientes para o descarte automático das águas do primeiro milímetro de cada chuva, restando água de boa qualidade.

Palavras-chave: água de chuva, qualidade da água, captação, proteção sanitária.

INTRODUÇÃO

Em algumas décadas certamente muitas pessoas irão beber água de chuva captadas diretamente, porque com a crescente degradação e contaminação dos mananciais usuais com substâncias e microrganismos emergentes e recalcitrantes, a água de chuva será a mais fácil de ser potabilizada, quando já não for potável. Nos Estados Unidos, e provavelmente em outros países, já se pode comprar água de chuva engarrafada em supermercados. Mas a captação direta no próprio local é uma solução de custo viável, pois o custo da água depende muito do transporte (cada vez se busca água mais distante) e a água da chuva pode ser armazenada e utilizada no local. Em situações em que há disponibilidade de água salobra, a água de chuva também serve para diluir água salina ou salobra.

Cisterna é um tanque construído para armazenar imediatamente as águas de chuva captadas em uma superfície próxima, geralmente um telhado de cobertura. Podem ser utilizadas como importante manancial de água para abastecimento no meio rural e também no meio urbano.

No meio rural, as águas de chuva armazenadas em cisternas são utilizadas para consumo doméstico. Nas cidades, as cisternas prestam-se principalmente para controle de enchentes, mas também podem ser uma importante fonte alternativa de suprimento de água.

Muito provavelmente o maior sistema para captação de águas de chuva atual é a gigantesca obra que se destina a captar, transportar e estocar águas pluviais urbanas de Tókio, para evitar inundações e transbordamentos de rios, e ao mesmo tempo servir de fonte de água potável, após tratamento (Figura 01). (www.aguadechuva.com, acesso em 17/06/2012)

Vereadores do município de São Paulo aprovaram, em janeiro de 2002, uma Lei que tornou obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m^2. Essa Lei estabelece que a água deve ser preferencialmente infiltrada no solo, podendo também ser despejada na rede pública de drenagem após uma hora de chuva ou ser

[1] Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Sanitária, Doutor em Recursos Naturais/Recursos Hídricos. Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. Endereço: Programa de Pós Graduação em Engenharia Sanitária, Campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, Brasil. CEP: 59072-970. Telefone: +55 88 3215-3775 Ramal 203. E-mail: cicero@ct.ufrn.br

Figura 1. A grande cisterna de Tóquio

utilizada para fins não potáveis. Desde então, vários outros municípios brasileiros têm aprovado leis semelhantes. Embora o objetivo principal seja o controle de enchentes, a prática certamente vai incentivar o uso da água de chuva no meio urbano, como já acontece em muitos outros países.

O uso de cisternas para captação e armazenamento de água de chuva para consumo doméstico é uma prática milenar em várias regiões do mundo e atualmente tem merecido maior interesse e ampla aplicação. Está cada vez ficando mais evidente que cisterna não é uma tecnologia "atrasada", "de país pobre", "pra coisa pequena". Ao contrário, apesar de milenar continua moderna, quando incorpora novos conceitos, materiais, técnicas construtivas, segurança sanitária e melhor aproveitamento. Ademais, é uma tecnologia ecologicamente sustentável e de aplicação difusa socialmente justa.

Os requisitos de qualidade estão diretamente relacionados com o uso da água. Como as alternativas de uso são incontáveis, podem-se utilizar águas de chuva captadas de diversas formas, armazenadas sob várias condições e com diversos graus de qualidade.

A água das nuvens é naturalmente evaporada das águas superficiais de lagos, rios e mares, deixando os sais, as partículas e os microrganismos. A água das chuvas é água das nuvens precipitada e, por isso, é geralmente excelente para vários usos, inclusive para beber, exceto em locais com forte poluição atmosférica, densamente povoados ou industrializados.

A contaminação da água de chuva geralmente ocorre quando lava o ar das camadas baixas da atmosfera e, sobretudo, na superfície de captação, ou quando está armazenada de forma não protegida. Quando atravessa a camada da atmosfera mais perto do solo, que contem partículas em suspensão, inclusive microrganismos, e escoa sobre a superfície de captação, a água da chuva lava esta superfície carreando a sujeira acumulada no intervalo entre duas chuvas.

OBJETIVO, MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho analisa, avalia, discute e conclui sobre a variação da qualidade da água da chuva no início da precipitação, com base em resultados de diversas pesquisas e estudos anteriores, principalmente realizados sob orientação e coordenação do próprio autor na UFRN, ou do Projeto Cisternas, do qual o autor foi consultor, e do PROSAB, do qual o autor foi do Grupo Coordenador, com o objetivo de demonstrar a importância do descarte das primeiras águas de cada chuva para a qualidade da água captada, e propõe dispositivos eficazes para isso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pesquisas desenvolvidas em Florianópolis e Vitória mostraram que a água captada diretamente da chuva, antes de passar pela superfície de captação, e sem exclusão do primeiro milímetro, apresentaram respectivamente: turbidez média de 1,6 e 0,9 UNT e cloretos de 0,6 e 4,1 mg/L. Contudo, em Vitória, o primeiro milímetro da chuva continha 0,32 mg/L de Nitrato, 12 mg/l de cloretos e condutividade elétrica de 35,5 μS/cm, e após passar pela superfície de captação (telhado) a turbidez passou de 0,9 para 10,4 UNT, a DQO mudou de 8,9 para 32,2 mg/L, e a concentração de cloretos cresceu de 4,1 para 14,4 mg/L (GONÇALVES et al, 2006). Estes dados demonstram que o primeiro milímetro de cada chuva, que lava a atmosfera e a superfície de captação, não deve ser armazenado nas cisternas, mas sim desviado para outros usos ou descarte automático, mas o restante da água é muito mais pura.

Melo e Andrade Neto (2007) avaliaram a variação da qualidade da água de chuva coletando amostras distintas seqüenciais dos 10 primeiros milímetros de chuvas diretamente, com coletor semelhante a um pluviômetro, sem passar por superfície de captação, em três pontos com características distintas na cidade de Natal, e concluíram que, exceto para a área de menor poluição atmosférica, onde desde o início a água da chuva já continha poucos contaminantes e partículas, os valores de turbidez e condutividade elétrica sofreram redução brusca no primeiro milímetro de cada chuva. Esta conclusão apóia estudos anteriores que demonstraram ser o primeiro milímetro da chuva geralmente suficiente para carrear partículas e micróbios e "lavar' gases do ar das camadas baixas da atmosfera. Se não bastar um milímetro, geralmente 1,5 mm ou 2 mm são suficientes, mas se houver forte poluição e grande risco são necessários 3 mm ou mais.

Figura 2. Amostrador para coletar separadamente os 10 primeiros milímetros da chuva

Foram realizadas análises, utilizando o coletor, em três pontos com características atmosféricas distintas na cidade de Natal/RN. As medições realizadas comprovaram a correlação das qualidades do ar e da água de chuva, onde se obteve a qualidade das primeiras águas, em concordância com o esperado, quando observadas as características atmosféricas para cada um dos três pontos analisados (Figura 2). Na região de menor poluição atmosférica encontra-se a água de chuva desde o início muito limpa; na região de maior concentração urbana encontra-se valores de condutividade elétrica mais elevados; e na região litorânea, os valores iniciais de condutividade elétrica, pH e Turbidez se apresentaram elevados e com grande redução após o primeiro e o segundo milímetro de chuva, por se tratar de uma região com forte contribuição dos sais presentes no spray marítimo, que são de fácil "lavagem". (MELO; ANDRADE NETO, 2007)

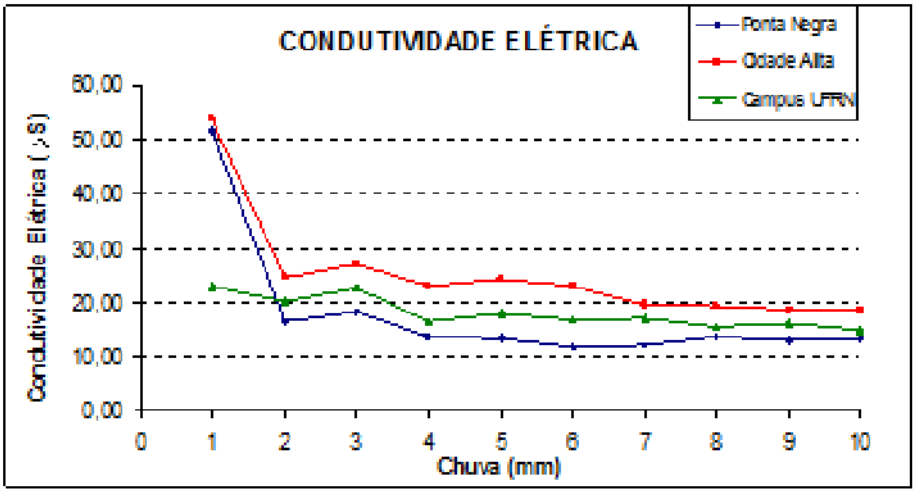


Figura 3. Valores de Condutividade Elétrica das médias de cada milímetro de chuva para três pontos de Natal

A proteção sanitária da água de cisternas é relativamente simples. Basicamente requer o desvio e descarte das primeiras águas das chuvas, cobertura do tanque, retirada da água por tubulação, geralmente através de uma bomba hidráulica, e um manejo adequado, que depende de informação suficiente aos usuários.

Embora outras medidas de proteção sanitária de cisternas sejam também importantes, sem dúvida os dispositivos automáticos que desviam as primeiras águas de cada chuva para descartar as águas que lavam a atmosfera e a superfície de captação constituem a barreira física mais eficiente. Mas o descarte do primeiro milímetro (um e meio, dois ou três, dependendo do risco) de cada chuva não deve ser confundido com a prática de descartar as águas da primeira chuva do período chuvoso, que também é aconselhável, porque carreiam sujeira acumulada por muito tempo e para excluí-la o desvio de apenas um milímetro de chuva não é suficiente.

Em trabalhos anteriores já apresentei dispositivos para desvio automático das primeiras águas da chuva. A Figura 4 apresenta desenho esquemático desse dispositivo (ANDRADE NETO, 2004) e a Figura 5 mostra outros arranjos para o mesmo dispositivo. A Figura 6 mostra desenho de dispositivo proposto por Martinson e Tomas (2003).

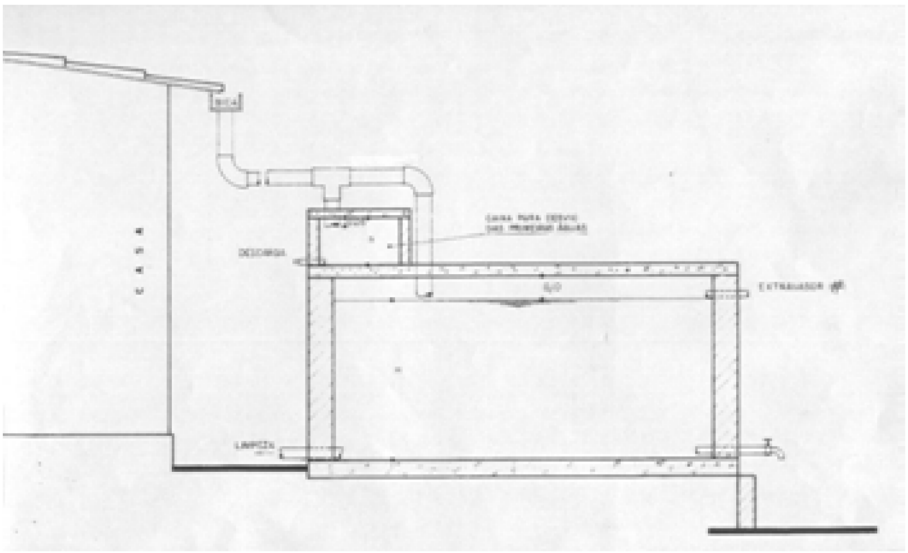


Figura 4. Dispositiva de desvio proposto por Andrade Neto (2004)

Figura 5. Modelo de desvio automático das primeiras águas proposto por Andrade Neto

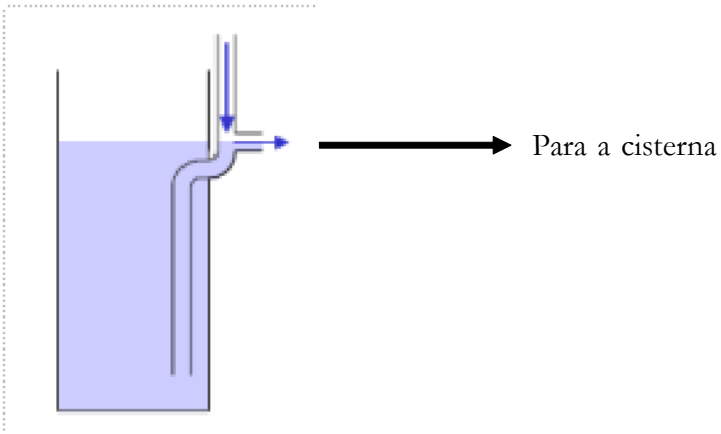


Figura 6. Modelo de desvio automático das primeiras águas proposto por Martinson & Tomas (2003)

Os dispositivos para desvio das primeiras águas das chuvas apresentados nos desenho esquemático são automáticos, muito simples, eficazes e de baixo custo. São apenas pequenos tanques para os quais são desviadas automaticamente as primeiras águas de cada chuva, simplesmente através de um tê intercalado na tubulação de entrada da cisterna, que deriva para este pequeno tanque as águas de lavagem do ar e da superfície de captação. Depois da chuva, e antes que se acumule sujeira na superfície de captação, o tanque de desvio deve ser esvaziado, através de uma tubulação de descarga, que novamente fechada deixa o dispositivo pronto para o desvio automático das primeiras águas da próxima chuva. O tanque de desvio é pequeno (cerca de um litro por m^2 de área de captação) e, portanto, perde-se muito pouco da água, que pode ser empregada em usos menos exigentes, mas ganha-se muito em qualidade.

Pesquisas do Projeto Cisternas ("Melhoramentos Tecnológicos e Educação Ambiental para a Sustentabilidade dos Projetos de Armazenamento de Águas de Chuva em Cisternas no Nordeste Semiárido"), um projeto de pesquisa aplicada em escala real, financiado pela FINEP e executado com participação de cinco universidades, mostraram que a água de cisternas apresenta geralmente boas características químicas e físicas, mas frequentemente contém microrganismos, inclusive indicadores de contaminação fecal, sobretudo quando a cisterna recebe também água de procedência duvidosa, transportada por carro-tanque, mas quando a cisterna acumula somente água de chuva e tem manejo cuidadoso, incluindo o uso de bomba para retirada da água e o descarte do primeiro milímetro de cada chuva, a qualidade é muito melhor e pode atender o padrão de potabilidade.

Pesquisadores do Projeto Cisternas (XAVIER, NÓBREGA, MIRANDA, GALVÃO, CEBALLOS, 2009; XAVIER, 2010; GAVAZZA, 2009; SOUZA, 2009, entre outros) fizeram adequações e testaram dois tipos de desvios automáticos, sendo um deles baseado em modelo proposto por Andrade Neto (2004) e outro no modelo proposto por Martinson e Tomas (2003), e concluíram que ambos são realmente eficientes na proteção sanitária da água das cisternas, embora não sejam suficientes para garantir a qualidade por si sós, em face de outras barreiras sanitárias físicas e culturais também serem importantes.

Pesquisas da Universidade Federal de Campina Grande e da Universidade Estadual da Paraíba, em sistemas piloto, nos quais foram construídos desvios automáticos para as primeiras águas da chuva, constituídos por caixas de alvenaria com volume apropriado para reter 1 milímetro da água de chuva captada pelo telhado, analisaram indicadores físicos e químicos de qualidade da água da chuva captada diretamente, retirada do tanque de desvio e após o tanque de desvio. Concluíram, entre outros aspectos, que: 1) todos os valores dos parâmetros físicos e químicos das amostras de água da chuva (coletada diretamente nas bacias) foram bem inferiores aos VMP exigido nos padrões de potabilidade do Brasil (Portaria N° 518/04 MS), com pH levemente ácido (pH= 6,22), turbidez de 0,9 UT e SDT de 46 mg/L, revelando água de excelente qualidade; 2) ambos os sistemas de desvio automático mostraram-se eficazes como barreiras sanitárias, reduzindo significativamente todos os parâmetros físicos e químicos analisados (turbidez, SDT, alcalinidade, pH, dureza total, Na+, K+ e condutividade elétrica), com destaque para a turbidez, que em um dos experimentos mudou de 11,0 UT na água do tanque de desvio para 2,7 UT após o desvio do 1° mm, e redução média da turbidez de 53% para um dos tipos de desvio. (XAVIER, 2009; XAVIER, NÓBREGA, MIRANDA *et al* 2009).

Os pesquisadores do Projeto Cisternas na Universidade Federal de Pernambuco, (SOUZA, 2009; GAVAZZA, 2009), chegaram à conclusão que "Os resultados obtidos evidenciam a importância do uso de dispositivos de desvio das primeiras águas de chuva, uma vez que, independente do princípio de funcionamento, ambos os modelos avaliados no presente trabalho foram eficazes em reduzir a quantidade de impurezas encaminhadas às cisternas, principalmente turbidez, coliformes totais e bactérias heterotróficas totais".

CONCLUSÕES

Os primeiros milímetros da cada chuva têm realmente grande influencia sobre a qualidade da água captada em cisternas.

O primeiro milímetro de cada chuva é geralmente suficiente para lavar a atmosfera e a superfície de captação e se esta água for descartada o restante da água da chuva tem boa qualidade para diversos usos.

Existem dispositivos simples, de baixo custo e de eficiência comprovada para o descarte automático das águas do primeiro milímetro de cada chuva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, Cícero O. de. Influencia do Início da Precipitação na Qualidade da Água de Chuva. In: 14º Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental., 2010, Porto. Anais ... Porto: APRH-APESB-ABES. 2010.

ANDRADE NETO, Cícero O de. Proteção Sanitária das Cisternas Rurais. In: XI Simpósio Luso-Barsileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2004, Natal, Brasil. Anais ... Rio de Janeiro: ABES/APESB/APRH. 2004.

ANDRADE NETO, Cícero O. de. Captação e Uso da Água da Chuva. *Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro, Ano XI, Nº 22, abr./jun. 2002.

GAVAZZA, Sávia. Aspectos de qualidade da água relacionados às barreiras sanitárias. In. In: 7° Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Caruaru, 27/09/09 a 01/10/09. Anais ... ABCMAC. 2009.

GONÇALVES, Ricardo F. (coordenador) et all. Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES. 2006.

MARTINSON, D. B. e TOMAS, T. Improving water quality by design. Cidade do México: IRCSA 11, agosto 2003. 2003.

MELO, Luciano R C; ANDRADE NETO, Cícero O de. Variação da Qualidade da Água de Chuva em Três Pontos Distintos da Cidade de Natal-RN. In. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte, 02 a 07/09/2007. Anais ... Rio de Janeiro: ABES. 2007.

SOUZA, Sérgio H B de. Avaliação da Eficácia de Barreiras Sanitárias em Modelos Piloto para Captação de Águas de Chuva no Semi-árido Pernambucano. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Brasil. 2009.

XAVIER, Rogério P. Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no semiárido paraibano . Dissertação de mestrado (PósGraduação em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. 2010.

XAVIER, Rogério P; NÓBREGA, Rodolfo L B; MIRANDA, Priscila C de; GALVÃO, Carlos O; CEBALLOS, Beatriz S O de. Avaliação da Eficiência de Dois Tipos de Desvio das Primeiras Águas de Chuva na Melhoria da Qualidade da Água de Cisternas Rurais. In: 7° Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Caruaru, 27/09/09 a 01/10/09. Anais ... ABCMAC. 2009.

ASPECTOS INSTITUCIONAIS DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DA PARAÍBA: NOTAS TEÓRICAS

Suellen Silva Pereira[1], Rosires Catão Curi[2],
Telma Lúcia Bezerra Alves[3] & Laíse do Nascimento Cabral[4]

Resumo: A presente comunicação objetiva compor um panorama geral dos instrumentos normativos que regulam a gestão dos recursos hídricos no Estado da Paraíba, viabilizado pela sua Agencia Executiva de Gestão das Àguas (AESA). Fazendo uso de uma pesquisa exploratória e descritiva, de ordem bibliográfica e documental, constatou-se que a AESA, por meio da sua setorização, é responsável pela gestão, monitoramento e outorga dos recursos hídricos. Com relação à captação difusa de água de chuva, observou-se a inexigibilidade de autorga para quem faz uso desta técnica, favorecendo a utilização desta em localidades com baixa oferta hídrica.

Palavras-chave: AESA, gestão das águas, instrumentos institucionais.

INTRODUÇÃO

A evolução da gestão pública acompanha as transformações do papel do Estado e as mudanças nas políticas dos governos. Em muitos países, as empresas estatais exerceram um papel fundamental para progresso. No Brasil, isto aconteceu quando foi necessário o Estado assumir a produção, distribuição e controle tanto de produtos quanto de serviços de infraestrutura[5].

Nos últimos anos, com o processo da globalização totalmente formalizado na cultura mundial, tornou-se necessário que o Estado também sofresse adaptações às novas regras e realidade do mundo moderno e assumisse mais o papel de regulador, utilizando como um dos mecanismos as agências reguladoras, as quais cabem regular importantes setores de serviços públicos e áreas econômicas consideradas estratégicas para o país como energia, petróleo, gás, água, dentre outros[6]. Assim sendo, a agência reguladora é uma pessoa jurídica de direito público interno, geralmente constituída sob a forma de autarquia especial ou outro ente da administração indireta, cuja finalidade é regular e/ou fiscalizar a atividade de determinado setor da economia de um país.

No caso presente, a agência reguladora em questão é a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, a qual, dentre as várias atribuições, compete a fiscalização da construção de reservatórios hídricos, realização de campanhas que promovam a regularização de usos e usuários, liberação de outorga, dentre outras funções. Pelo exposto, o presente ensaio objetiva descrever os aspectos institucionais dos recursos hídricos no estado da Paraíba, através de sua agência reguladora – AESA, de modo a compreender o processo de gestão e gerenciamento do recurso em foco.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho se caracteriza por ser um ensaio teórico, utilizando como procedimento metodológico para a sua execução, a pesquisa bibliográfica e documental. Buscando, na literatura existente, assim como em

[1] Geógrafa (UEPB). Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA UFPB/UEPB). Doutoranda em Recursos Naturais (UFCG) e em Geografia (UFPE). Bolsista CNPq. Rua Maria do Carmo Nóbrega, 60, Três Irmãs, cep: 58423-173, Campina Grande, Paraíba, Brasil. E-mail: suellenssp@hotmail.com
[2] Docente dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFCG e de Recursos Naturais da UFCG. E-mail: rosirescuri@yahoo.com.br
[3] Doutoranda em Recursos Naturais (UFCG). Bolsista CNPq. E-mail: telmaluciax@hotmail.com
[4] Especializanda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (FURNE/UEPB). E-mail: laisedonascimentocabral@hotmail.com
[5] Informações contidas em artigo desenvolvido pela primeira autora com a participação de José Mancinelli Lêdo do Nascimento e Rudrigo Otávio Andrade Araujo, para a disciplina de Engenharia de Recursos Hídricos do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – UFCG (Nível Doutorado), ministrada pelo Profrofessor PhD. Wilson Fadlo Curi no ano de 2010
[6] Idem

Leis e Decretos, o embasamento teórico necessário para a organização e reflexão deste. Ressalta-se que a presente pesquisa é do tipo descritiva, visto que visa descrever os aspectos institucionais relacionados ao recursos hídricos no estado da Paraíba.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Estado da Paraíba a gestão dos recursos hídricos está prevista na Lei Nº 6.308, de 02/07/1996, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, e foi regulamentada em seus diversos aspectos através da legislação complementar (decretos, resoluções, portarias, normas, etc.). A referida lei tem os seguintes princípios básicos:

- O acesso aos recursos hídricos é direito de todos e objetiva atender às necessidades essenciais da sobrevivência humana;
- Os recursos hídricos são um bem público, de valor econômico, cuja utilização deve ser tarifada;
- A bacia hidrográfica é a unidade básica físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos;
- O gerenciamento dos recursos hídricos far-se-á de forma participativa e integrada, considerando os aspectos quantitativos e qualitativos desses recursos e as diferentes fases do ciclo hidrológico;
- O aproveitamento dos recursos hídricos deverá ser feito racionalmente, de forma a garantir o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente;
- O aproveitamento e o gerenciamento dos recursos hídricos serão utilizados como instrumento de combate aos efeitos adversos da poluição, da seca e do assoreamento (Aesa, 2010a).

No tocante ao arranjo institucional da Política Estadual de Recursos Hídricos, foi criado pela Lei N° 6.308/1996 o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGERH, que tem como finalidade a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos e a formulação, atualização e aplicação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, em consonância com os órgãos e entidades federais, estaduais e municipais, com participação da sociedade civil organizada (Ibdem). A gestão de recursos hídricos pode ser definida como o conjunto de ações destinadas a regular o uso, o controle e a proteção dos recursos hídricos, em conformidade com a legislação e normas pertinentes. Os principais instrumentos de gestão estão classificados em 04 categorias principais, conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1. Instrumentos de gestão dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba

Categorias	Características e/ou Competências
Instrumentos Legais, Institucionais e de Articulação com a Sociedade	arcabouço legal (leis, decretos, portarias, resoluções); órgão gestor; conselhos de recursos hídricos; sistema de gestão; comitês de bacias; agências de bacias; associações de usuários de água; campanhas educativas; e mobilização social e comunitária;
Instrumentos de Planejamento	planos estaduais de recursos hídricos; planos de bacias; enquadramento de cursos d´água; modelos matemáticos de qualidade e de fluxos (simulação); e programas de economia e uso racional de água;
Instrumentos de Informação	sistemas de informação; redes de monitoramento quantitativo e qualitativo de água; redes hidro meteorológicas; cadastros de usuários de água; cadastros de infraestrutura hídrica; e sistemas de suporte à decisão;
Instrumentos Operacionais	outorga de água; licença para obra hídrica; cobrança; fiscalização dos usos da água; operação de obras de uso múltiplo; manutenção e conservação de obras hídricas; proteção de mananciais; e controle de eventos críticos, entre outros.

Fonte : AESA (2010a)

O órgão gestor dos recursos hídricos paraibano é a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, criada pela Lei n° 7.779, de 07/07/2005, sob a forma jurídica de uma Autarquia, vinculada à Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente – SECTMA (Aesa, 2010b). Conforme o

Art. 3° da citada lei, são objetivos da AESA, o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio do Estado da Paraíba, de águas originárias de bacias hidrográficas localizadas em outros Estados que lhe sejam transferidas através de obras implantadas pelo Governo Federal e, por delegação, na forma da Lei, de águas de domínio da União que ocorrem em território do Estado da Paraíba (Paraíba, 2005a).

Segundo o Art. 2° do Decreto n° 26.224, de 14/09/2005, que aprovou a Regulamentação e a Estrutura Básica da AESA, são suas competências:

Quadro 2. Competências da AESA

Descrição
I – implantar e manter atualizado o cadastro de usuários dos recursos hídricos no Estado da Paraíba;
II – analisar, instruir processos e emitir parecer sobre a licença de obras hídricas e de outorga de direito de uso dos recursos hídricos em corpos hídricos de domínio do Estado e, mediante delegação expressa, em corpos hídricos de domínio da União, observada a respectiva legislação;
III – desenvolver campanhas e ações que promovam a regularização de usos e usuários dos recursos hídricos;
IV – fiscalizar, com poder de polícia, a construção e as condições operacionais de poços, barragens e outras obras de aproveitamento hídrico, os usos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e da infraestrutura hídrica pública nos corpos de água de domínio estadual e, mediante delegação expressa, nos de domínio da União que ocorrem em território paraibano;
V – operar, manter e atualizar a rede hidro meteorológica do Estado;
VI – exercer as atividades de monitoramento e previsão do tempo e do clima, monitoramento dos usos dos recursos hídricos e de variáveis hidrológicas dos mananciais superficiais e subterrâneos do Estado;
VII – implementar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos de domínio do Estado da Paraíba e, mediante delegação expressa, de corpos hídricos de domínio da União, observado o disposto na respectiva legislação, bem como arrecadar e aplicar receitas auferidas pela cobrança, exclusivamente, em ações destinadas às atividades relativas à gestão de recursos hídricos;
VIII – exercer a gerência administrativa, orçamentária, financeira e patrimonial do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FERH, sob a supervisão do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, devendo seu regulamento ser baixado por Decreto do Chefe do Poder Executivo Estadual;
IX – definir as condições e operar a infraestrutura hídrica, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;
X – fomentar e apoiar a criação de entidades de usuários de água e comitês de bacias hidrográficas;
XI - desenvolver ações de educação, capacitação e mobilização social, de conformidade com a sua área de atuação;
XII – elaborar o Relatório Anual sobre a situação dos recursos hídricos do Estado;
XIII – executar as atividades e as ações necessárias para proteção e operação dos mananciais superficiais e subterrâneos, no âmbito do Estado da Paraíba, com vistas a assegurar a qualidade e a quantidade das águas naturais e outorgadas;
XIV – executar outras atividades correlatas

Fonte: Paraíba (2005b)

A AESA participa do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGERH, que foi instituído pela Lei N° 6.308/1996 e tem como finalidade a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos e a formulação, atualização e aplicação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, em consonância com os órgãos e entidades estaduais e municipais, com participação da sociedade civil organizada (Aesa, 2010b). Tendo em vista ser a AESA a agência reguladora dos recursos hídricos do Estado da Paraíba, esta tem algumas especificações, no que se refere as suas diretrizes, definidas nos Art. 41, 42, 43 e 44 da Lei nº 9.433/97 do Governo Federal que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, conforme descrito a seguir.

> Art. 41. As Agências de Água exercerão a função de secretaria executiva do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica.
>
> Art. 42. As Agências de Água terão a mesma área de atuação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.
>
> Parágrafo único. A criação das Agências de Água será autorizada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos mediante solicitação de um ou mais Comitês de Bacia Hidrográfica.
>
> Art. 43. A criação de uma Agência de Água é condicionada ao atendimento dos seguintes requisitos: I - prévia existência do respectivo ou respectivos Comitês de

Bacia Hidrográfica; II - viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso dos recursos hídricos em sua área de atuação.

Art. 44. Compete às Agências de Água, no âmbito de sua área de atuação: I - manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação (Brasil, 1997).

No que concerne a sua estruturação administrativa, a Figura 1 apresenta fluxograma com a composição dos diversos setores que compõem a AESA, quais sejam: diretorias, assessorias e gerências.

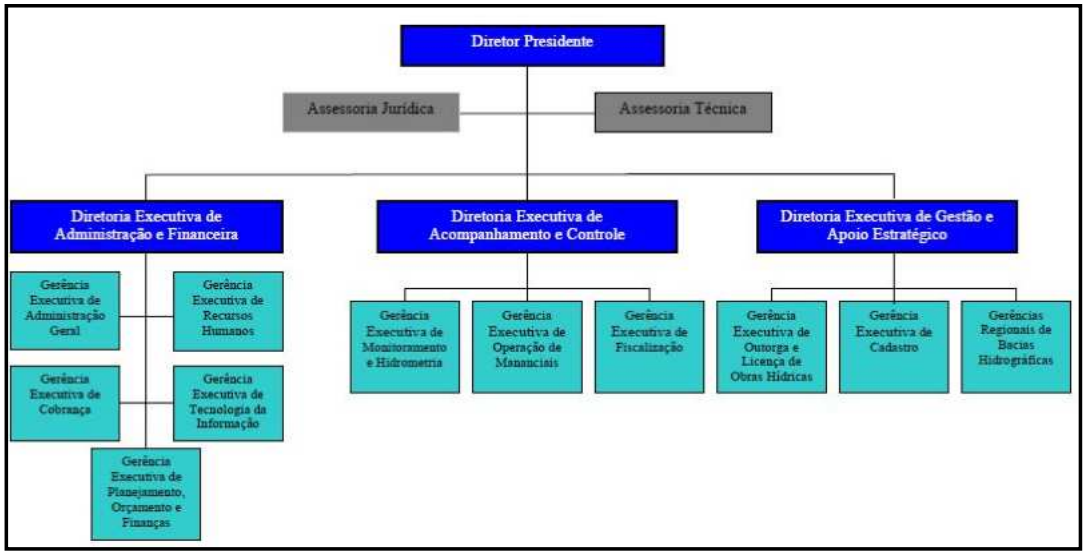


Figura 1. Fluxograma da composição administrativa da AESA. Fonte: Aesa (2010b)

Ao analisar a Figura 1, observa-se os diversos setores que compõem a agencia reguladora em questão, fato que reforça a necessidade de uma gestão pautada na otimização dos serviços por esta prestado, minimizando os problemas e evidenciado as suas potencialidades. O Estado da Paraíba está dividido em onze bacias hidrográficas, sendo estas ilustradas na Figura 2. Uma das atribuições da AESA é a criação de Gerencias Regionais de Bacias Hidrográficas, cujas áreas de atuação estão mostradas na Figura 3.

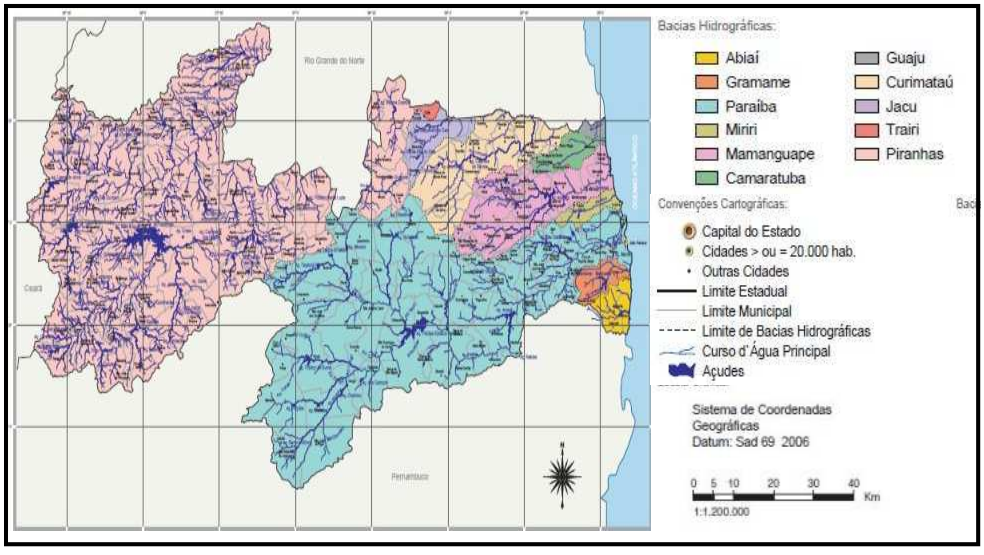


Figura 2. Bacias Hidrográficas do Estado da Paraíba. Fonte: Aesa (2010c)

Figura 3. Áreas de Atuação das Gerencias Regionais de Bacias Hidrográficas. Fonte: Aesa (2010d)

Sabe-se que a água é um recurso difuso, devendo a este ser garantindo o seu uso múltiplo, conforme estabelecido na Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997, em seu artigo 1º, o qual afirma que: "A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas." Podendo esse uso ser classificado como consultivo e não consultivo a depender da finalidade do usuário. Dentre as atribuições da AESA, está à concessão de outorgas, instrumento que assegura ao interessado o direito de utilizar a água de uma determinada fonte hídrica, com uma vazão e finalidade determinadas e por um período definido. Esta deve ser concedida para os devidos fins: Abastecimento humano e animal; Irrigação; Aquicultura (piscicultura, carcinicultura, etc.); Usos industriais e comerciais; Lazer; Lançamento de efluentes (esgotos) em corpos d'água para fins de diluição, transporte e assimilação; Outros tipos de uso que alterem o regime, a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos. No que se refere aos aspectos legais da outorga, está assegurada nas esferas federais e estaduais, com base nas Leis e Decretos relacionados no Quadro 3:

Quadro 3. Aspectos legais da outorga

Legislação Federal	Legislação do Estado da Paraíba
- O Código de Águas de 1934, que foi a primeira legislação específica do país sobre o assunto, prevê no seu Art. 43, a concessão administrativa para fins de utilidade pública das águas derivadas para uso na agricultura, indústria e higiene, e a autorização administrativa para outros fins. - Na Constituição Federal de 1988, consta, entre outras colocações sobre recursos hídricos: Art. 21. Compete à União: XIX - Instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de direito de seu uso. - A Lei nº 6.662/79, que dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação, declara que o uso das águas públicas para irrigação e atividades decorrentes, depende de prévia concessão ou autorização do Ministério do Interior (Art. 20). - A Lei nº 9.433, de 08.01.1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, na sua Seção III, Arts. 11 a 18, disciplina a outorga de direito de uso dos recursos hídricos.	A outorga de direito de uso da água está disciplinada pelos seguintes diplomas legais: - Lei nº 6.308/97 - institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. - Lei nº 7.779/05 - cria a Agência de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA e, no seu Capítulo I, Art. 5º, fala sobre a outorga de direito de uso dos recursos hídricos em corpos d'água de domínio do Estado. - Decreto nº 19.260/97 - regulamenta a outorga de direito de uso dos recursos hídricos. - Decreto nº 26.224/05 - dispõe sobre a regulamentação e a estrutura básica da AESA e, no seu Capítulo III, Seção XIV, Art. 17, fala sobre as competências da Gerência Executiva de Outorga e Licença de Obras Hídricas.

Fonte: Informações disponíveis no site: http://www.aesa.pb.gov.br/outorga/. Acesso: 13 de junho de 2012

Convém ressaltar que, excetuando-se os açudes de grande porte, as outras formas de captação de água pluviais, notadamente as barragens subterrâneas, os tanques de pedras e a própria cisterna de placas, não necessitam de autorização para captação, armazenamento e manejo do recurso hídrico. Ocorre também a inexigibilidade desse documento para ouso de água na hipótese de captação direta na fonte, superficial ou subterrânea, cujo consumo não exceda 2.000 l/h (dois mil litros por hora).

CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que, no que se refere aos aspectos normativos dos recursos hídricos, o Estado da Paraíba dispõe de uma estrutura satisfatória, que tem contribuído para a utilização das águas de forma mais racional, integrada e participativa. Elementos como o Plano Estadual de Recursos Hídricos, os Comitês Estaduais de Bacias Hidrográficas, a outorga de águas, dentre outros, refletem em estratégias que otimizam o uso do recurso natural em foco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aesa, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Gestão dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/gestao/. Acesso em: 04 de junho de 2010a.

Aesa, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. AESA – Informações Básicas. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/institucional/. Acesso em: 04 de junho de 2010b.

Aesa, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. GEO PROTAL Mapa das Bacias Hidrográficas do estado da Paraíba**.** Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas.html. Acesso em: 04 de junho de 2010c.

Aesa, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. GEO PROTAL Mapa das Áreas de Atuação das Gerências Regionais de Bacias Hidragráficas**.** Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas.html. Acesso em: 04 de junho de 2010d.

Brasil, Presidência da República. Lei Nº 9.433. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. De 08 de janeiro de 1997.

Paraíba, Governo do Estado da Paraíba. Lei Nº 7.779. Cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA e dá outras providências. De 07 de julho de 2005a.

Paraíba, Governo do Estado da Paraíba. Decreto Nº 26.224. Dispõe sobre a Regulamentação e a Estrutura Básica da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA e determina outras providências. De 14 de setembro de 2005b.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA NA CULTURA DA ALFACE (*Lactuca sativa* L.) NA REGIÃO ALAGOANA[1]

Paulo Ferreira da Silva[2], Carlos Humberto da Silva[3], Jania Claudia Camilo dos Santos[3], Márcio Aurélio Lins dos Santos[4] & Daniela Pereira dos Santos[5]

Resumo: A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças cultivada em todo país, e bastante exigente em água. Torna-se evidente a importância do fornecimento de água às plantas na quantidade requerida e no momento adequado, com a finalidade de evitar tanto a falta quanto o excesso. Os tratamentos validados foram T1= 125%; T2= 100%; T3 = 75%; T4= 50% e T5= 25%, de água/dia aplicada na cultura da alface. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos (lâminas de água), quatro blocos e três repetições. As variáveis analisadas foram: altura da planta (cm), diâmetro do caule (cm), crescimento (cm) e número de folhas (adimensional). Contudo, as lâminas de irrigação equivalente a 100 e 125% da ETo proporcionaram maiores desenvolvimento em todas as variáveis analisadas.

Palavras-chave: irrigação, consumo de água, *Lactuca sativa*

INTRODUÇÃO

A alface é originária do Leste do Mediterrâneo, e utilizada na alimentação desde 500 a.c., é cultivada em todo o mundo para o consumo em saladas, a alface se apresenta em vários tipos de folhas, cores, formas, tamanhas e texturas. A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais cultivadas em todo o país, possui larga adaptação a diversas condições climáticas, com possibilidade de cultivos sucessivos o ano todo. Um dos fatores fundamentais ao bom desenvolvimento de uma cultura é o fornecimento de água de acordo com a sua demanda. Na cultura da alface este fator tem importância, pois a disponibilidade hídrica no solo garante folhas (parte comestível) de melhor qualidade. Se esta espécie for cultivada numa situação de deficiência hídrica, ocorrerá uma diminuição significativa na qualidade devido ao acúmulo de látex nas folhas (Andriolo, 2002).

É por esses e outros motivos que diversos trabalhos estão sendo conduzidos em todo o país com a cultura da alface e outras espécies de planta que para fornecer folhas ou frutos de qualidade necessitam de certa quantidade de água no solo durante toda sua fase de desenvolvimento. Por outro lado, o fornecimento de água em excesso possibilita o surgimento de doenças, principalmente bacterianas. Desta forma, torna-se evidente a importância do fornecimento de água às plantas na dose e no momento adequado, com a finalidade de evitar tanto a falta quanto o excesso. Outro ponto fundamental para uma detalhada pesquisa é a ausência de informações que visem uma aplicação de água eficaz na cultura da alface. Mas, é sabido que até o momento nada ou pouquíssimo se conhece sobre a lâmina de água adequada para a cultura da alface no Estado de Alagoas.

Para que a água de irrigação seja utilizada de forma racional durante o ciclo, há a necessidade de se determinar a evapotranspiração da cultura (ETc). A razão entre a ETc e a evapotranspiração de referência (ETo) resulta no coeficiente de cultura (Kc). Após a obtenção do Kc é possível estimar a evapotranspiração da cultura utilizando determinações de ETo com base em dados meteorológicos. A ETo é a quantidade de água evapotranspirada na unidade de área e de tempo, por uma cultura (Bergamaschi et al., 1999; Farahani et al., 2007), e o Kc é um fator indicativo do consumo de água ideal para a planta (Bergamaschi et al., 1999; Soares

[1] Projeto Desenvolvido pela Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca
[2] Estudante de Graduação da Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca. Av. Manoel Severino Barbosa- Arapiraca –AL, 52171-900. Fone: (082) 3862-1711, e-mail: pauloagrom@gmail.com
[3] Graduandos em Agronomia, pela Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca
[4] Prof. Dr. da UFAL, Campus Arapiraca/ Arapiraca- AL
[5] Engenheira Agrônoma, Universidade Federal de Alagoas/ Campus Arapiraca

et al., 2001). Com tudo o presente trabalho teve como objetivo avaliar as diferentes lâminas de água e o seu efeito na produção da alface.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Escola Municipal de Ensino Fundamental Governado Moacyr Lopes de Andrade, localizada no município de Teotônio Vilela - AL, em condições de campo, no período de 26 de março a 30 de Abril de 2010. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos (lâminas de água), quatro blocos e três repetições. Os tratamentos avaliados foram: Lâmina de água T1= 125% da ETo /dia; Lâmina de água T2= 100% da ETo /dia; Lâmina de água T3 = 75% da ETo /dia; Lâmina de água T4= 50% da ETo /dia; Lâmina de água T5= 25% da ETo /dia, sendo dispostas em canteiros no campo com 15 plantas por tratamento, 75 plantas por bloco, totalizando 300 plantas no experimento.

A cultura utilizada foi a "Alface Saia Veia" (*Lactuca sativa* L.), mais conhecida como alface lisa. As mudas foram adquiridas de um viveiro localizado no município de Arapiraca AL, antes da implantação do experimento foi instalado na área experimental um pluviômetro para medir a quantidade de chuva durante a condução do projeto. O transplante das mudas foi realizado no dia 26 de março do decorrente ano, em canteiros com espaçamento entre linhas e entre plantas de 0,25 m, com 15 plantas por tratamento, 75 plantas por bloco, totalizando 300 plantas a serem avaliadas no experimento. Sendo que as mudas apresentavam uma pequena taxa de variação entre as vaiáveis analisadas como mostra a Figura 1.

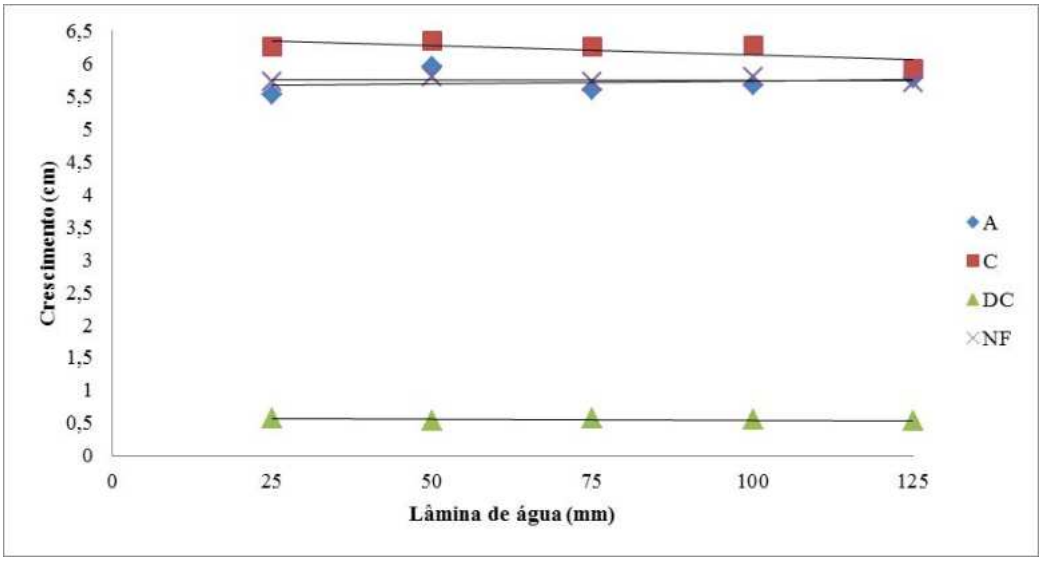


Figura 1. Variáveis médias das plântulas antes da aplicação da lâmina de água

A adubação pré-plantio ou de fundação, não foi baseada na análise de solo, porém foi realizada conforme as recomendações técnicas para cultura encontrada em alguns artigos científicos como (ciência Agrária, Vol. 10, ano 2009 e circula técnica ano 2004 Embrapa Amapá). Sendo aplicados 10 kg de torta (subproduto da extração do álcool da cana-de-açúcar) em cada canteiro de 1 m de largura por 7 m de comprimento. As avaliações iniciaram-se oito dias após o transplante das mudas, período que as mesmas tiveram para fixar o sistema radicular no solo e se adaptar-se as condições locais do município.

As aplicações das lâminas de água foram realizadas de acordo com a equação ETo " Kc, onde os dados necessário para o desenvolvimento da mesma foram colhidos na estação meteorológica de Coruripe – AL (INMET), localizada a 20 km do local do experimento. A adubação de cobertura foi realizada em duas épocas: aos 14 e 22 dias após o transplante das mudas em todos os tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das lâminas aplicadas (durante todo ciclo da cultura) e produtividades médias observadas, para cada nível de reposição (tratamento) são verificados na Tabela 1.

Tabela 1. Lâminas aplicadas e médias dos Tratamentos avaliados durante o ciclo da cultura

Tratamentos (%)	Médias (A)	Médias (DC)	Médias(C)	Médias (NF)
25	12,47 a	1,05 a	14,35 a	13,19 a
50	12,88 b	1,08 b	14,69 b	14,23 b
75	13,32 c	1,16 c	15,47 c	15,22 c
100	14,08 d	1,16 c	15,96 d	15,88 d
125	14,65 e	1,26 d	16,94 e	16,78 e

Nota-se um aumento da eficiência do uso da água em função das reposições de água com o aumento das lâminas, a altura da planta foi altamente influenciada pelas diferentes lâminas de água, mostrando que o tratamento de 125% da ETo, proporcionou um maior comportamento com relação à altura da planta (Figura 2). As variações ocorridas para a altura de plantas são explicadas de acordo com o teste de Tuckey, como mostra os respectivos valores (Tabela1).

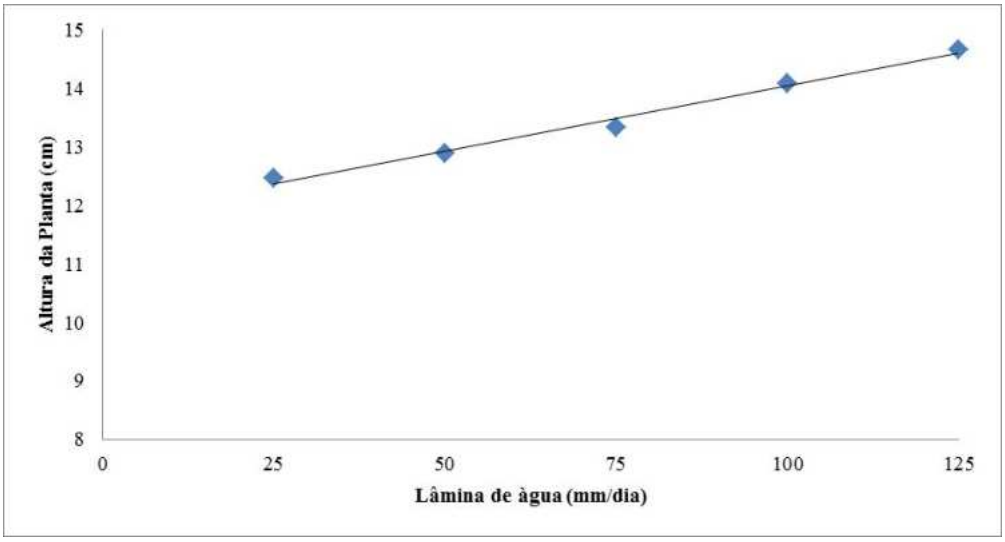


Figura 2. Eficiência do uso da água em função das lâminas aplicadas para a variável altura

As plantas irrigadas com as diferentes lâminas de água apresentaram diferença significativa para variável diâmetro do caule entre os tratamentos 25, 50 e 125% da ETo. Entretanto, nos tratamentos de 75% e 100% da ETo, observou-se que não houve diferença significativa entre as lâminas aplicadas (Figura 3). O maior diâmetro do caule foi encontrado quando se irrigou com a lâmina de 125% da ETo.

Na Figura 4, são mostrados os valores correspondentes às lâminas de água com relação à variável crescimento, onde a lâmina que proporcionou máxima eficiência foi de 125% da ETo apresentando uma média de 16,94 cm de comprimento conforme mostrado na tabela 1 e no gráfico abaixo.

Para a variável número de folhas, considerou-se como lâmina de água ótima aquela que apresentou uma maior resposta linear em relação às lâminas de irrigação testadas, sendo que a lâmina de 125% da ETo apresentou o melhor rendimento com relação ao número de folhas por planta apresentando um valor médio de 16,78 conforme mostrado na Tabela 1 houve diferença significativa entre as lâminas avaliadas (Figura 5).

Os resultados revelaram uma resposta linear crescente em função das lâminas de irrigação aplicadas para todas as variáveis analisadas conforme mostrada nas quatro figuras anteriores e suas respectivas médias na

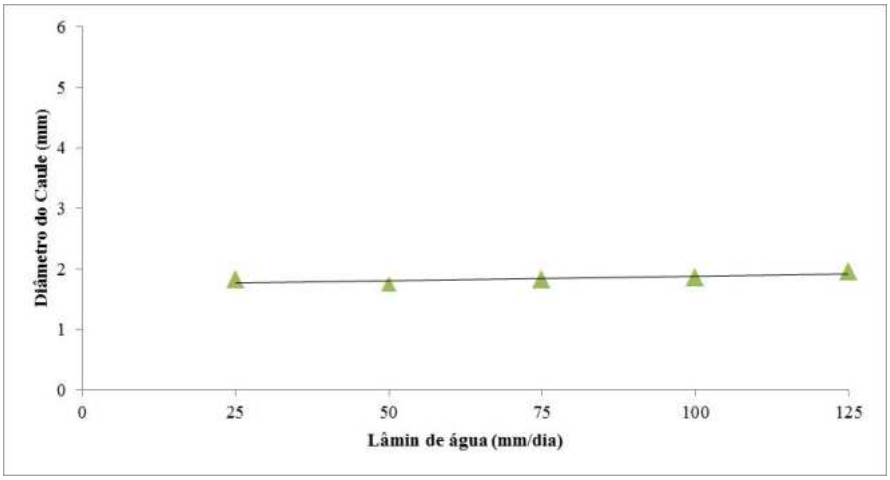


Figura 3. Eficiência do uso da água em função das lâminas aplicadas para variável diâmetro do caule

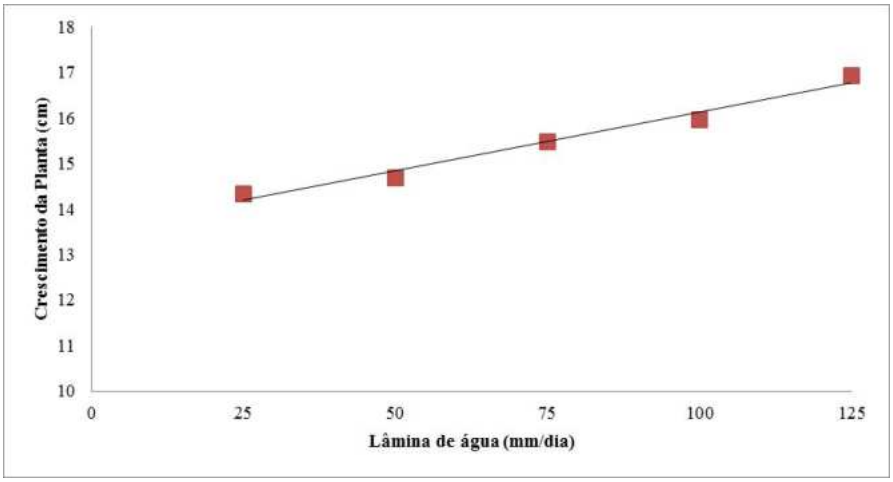


Figura 4. Eficiência do uso da água em função das lâminas aplicadas para variável crescimento

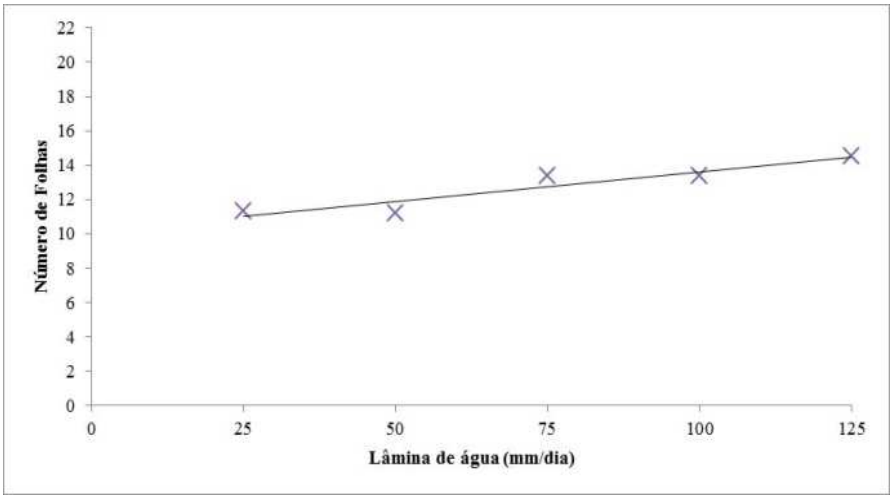


Figura 5. Eficiência do uso da água em função das lâminas aplicadas para variável número de folhas

tabela 1. Ao se comparar a lâmina aplicada é possível verificar variação expressiva em relação às variáveis analisadas durante todo o ciclo da cultura. Nos 35 dias avaliados durante o ciclo da cultura foram aplicados aproximadamente 192 Litros de água em um período correspondente a 18 dias após o transplante (DAT).

Entretanto, nos demais dias avaliados não houve aplicação de água devido à alta precipitação ocorrida na região onde foi conduzido o experimento.

CONCLUSÕES

1. A aplicação da lâmina de irrigação equivalente a 125% da ETo proporcionou um maior desenvolvimento em todas as variáveis analisadas.

2. Para a variável altura da planta houve diferença significativa em todos os tratamentos avaliados, apresentando um comportamento de crescimento linear.

3. Com relação ao diâmetro do caule houve diferença significativa entre os tratamentos 25, 50 e 125% da ETo, entretanto nos tratamentos 75 e 100% da ETo não apresentaram diferença significativa.

4. Para as variáveis crescimento e número de folhas, houve diferença significativa em ambos os tratamentos, no entanto a lâmina de 125% da ETo demonstrou maior eficiência para o desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, et al. manejo da irrigação da cultura da alface (lactuca sativa l.) através do tanque classe a. sci. agric., piracicaba, v. 54, n. 1-2, jan. 1997.

ANDRIOLO, J. L. Olericultura geral: princípios e técnicas. Santa Maria: UFSM, 2002. 140 p.

BERGAMASCHI, H et al. Agrometeorologia aplicada à irrigação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. 125 p.

BRANCO, R. et al . Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. Hortic. Bras., Brasília, v. 28, n. 1, mar. 2010 .

FARAHANI, H. J et al. Evapotranspiration: progress in measurement and modeling in agriculture. Transactions of the Asabe, v. 50, n. 5, p. 1627-1638. 2007.

FURLAN, R. A. et al. Dióxido de carbono aplicado via água de irrigação na cultura da alface. Hortic. Bras., Brasília, v. 19, n. 1, mar. 2001.

LIMA; A. et al . Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 14, n. 8, 2010 .

SOARES, W. R et al. Dependência do coeficiente de cultura no estádio inicial de desenvolvimento (Kc) à lâmina de irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 5, n. 1, p. 23-27, 2001.

SILVA, et al . Função de resposta da alface americana aos níveis de água e adubação nitrogenada. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 32, n. 4, ago. 2008 .

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE PINHÃO-MANSO EM FUNÇÃO DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA "IN SITU"

Eduardo Maciel Oliveira Laime[2], Pedro Dantas Fernandes[3], Carlos Alberto Vieira de Azevedo[4], Lenildo Teixeira Souto Filho[5] & Dayane Cristine de Souza Oliveira[6]

Resumo: O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta oleaginosa, exigente a insolação e resistente à seca, assim, abrem-se amplas perspectivas para o aumento das áreas de plantio, com esta cultura, no semiárido nordestino. Nesta pesquisa, os estudos foram voltados para a avaliação do desenvolvimento da cultura do pinhão-manso, testando técnicas de plantio que contribuem para maior eficiência de captação de água de chuvas *in situ*. O experimento foi desenvolvido nas instalações da Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido - INSA, localizada no município de Campina Grande-PB. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições, sendo estudados cinco técnicas de captação de água *in situ*: T1, T2, T3, T4, T5 e T6. Ao longo do estudo, as variáveis de crescimento foram beneficiadas pelas formas de preparação do solo, favorecendo a captação de água *in situ*, em comparação ao tratamento com ausência de técnica de captação. Os menores valores de produção de pinhão-manso ocorreram em plantas cultivadas em solo sem estrutura de captação de água *in situ*.

Palavras-chave: *Jatropha curcas*, técnicas de plantio, umidade do solo, semiárido

INTRODUÇÃO

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.*),* planta da família das euforbiáceas, é um arbusto com até 4 m de altura, distribuído em regiões tropicais de todo o globo, inclusive no Brasil. Cresce, rapidamente, em solos pedregosos e de baixa umidade. Muitas vezes é cultivado como cerca viva, mas seu maior emprego está na medicina popular. As sementes fornecem de 50 a 52% de óleo, extraído com solventes, ou 32 a 35%, em caso de extração por prensas (Peixoto, 1973).

Diante da preocupação atual com o efeito estufa, o aquecimento global e a escassez das reservas mundiais de combustível fóssil, o pinhão-manso tem despertado interesse dos produtores, do governo e das instituições de pesquisa. Desta forma, com a possibilidade do uso do óleo de pinhão-manso para a produção de biodiesel, abrem-se amplas perspectivas para o aumento das áreas de plantio, com esta cultura, no semiárido nordestino (Arruda et al., 2004).

Segundo Silva et al. (1993), em função da grande variação das chuvas registradas nas unidades geoambientais identificadas na região semiárida do Nordeste brasileiro é de fundamental importância o preparo do solo com técnicas de captação de água de chuva *in situ*, visando assegurar os cultivos implantados em regime de sequeiro, principalmente, para amenizar os efeitos do déficit hídrico ocorrido em anos de pouca precipitação pluviométrica.

Devido à demanda por novas fontes energéticas, em todo o mundo, as prioridades estão voltadas para fontes energéticas renováveis, onde se destacam, dentre outras, o pinhão-manso, como excelente alternativa, diminuindo os impactos negativos de combustíveis originados do petróleo, sobre o meio ambiente (Silva, 2009). É uma nova opção que se abre de geração de emprego e renda no meio rural e matéria-prima para a obtenção de produtos necessários ao desenvolvimento da indústria e da sociedade.

[1] Parte extraída da dissertação de mestrado do primeiro autor
[2] Eng. Agrônomo. Doutorando em Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG, Av. Aprígio Veloso 882, CEP 58429-900, Bodocongó, Campina Grande-PB. Email: edu_laime@hotmail.com
[3] Eng. Agrônomo, Prof. Dr. do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola - CTRN/UFCG
[4] Eng. Agrícola, Prof. Dr. Adjunto do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola - CTRN/UFCG
[5] Eng. Agrônomo. Mestrando em Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG
[6] Graduanda em Agronomia. CCA/UFPB, Areia-PB

A literatura disponível sobre a cultura do pinhão-manso ainda é bastante escassa, pois passou a ser objeto de maior interesse nos últimos anos, com a decadência futura do petróleo, e pela possibilidade de serem usados óleos vegetais como combustíveis. Nesta pesquisa, os estudos foram voltados para a avaliação de técnicas de plantio para a captação *in situ* de água de chuva, sobre o crescimento e produção das plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

Visando a se ter elementos para configuração de um sistema de produção do pinhão-manso na região semiárida foi instalado e conduzido este experimento, constando de técnicas de plantio para captação de água da chuva *in situ*.

O experimento foi desenvolvido nas instalações da Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido - INSA, localizada no município de Campina Grande-PB, correspondente à região fisiográfica Cariris Velhos (entre municípios de Campina Grande e Boa Vista) do Estado da Paraíba, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 07° 27' S, longitude 35° 95' W e altitude média 550 m.

As mudas foram formadas em sacos de polietileno (30 x 15 cm), na Estação Experimental do Instituto Nacional de Semiárido - INSA, a partir de sementes cedidas pelo Instituto Fazenda Tamanduá, localizada no município de Santa Teresinha-PB, em pleno sertão paraibano, atualmente detentora de plantios de pinhão-manso. As sementes foram semeadas nos sacos preenchidos com substrato orgânico esterilizado e terra vegetal, aproximadamente a 2 cm de profundidade, a umidade foi mantida em capacidade de campo para possibilitar a seleção das plantas mais vigorosas, por ocasião do transplantio.

As estruturas de preparo de solo constaram de sulcos, camalhões e bacias, em nível, com 25 cm de profundidade ou de altura; a bacia foi formada puxando-se o solo de dentro e de fora da bacia, formando um camalhão circular. Os sulcos, fechados no seu final, e os camalhões funcionaram como áreas de captação e foram construídos obedecendo as curvas de nível do terreno. Foi comum a todos os tratamentos a incorporação de 3 litros de esterco de gado bovino por cova, uma forma de aumentar a capacidade de retenção de umidade. O espaçamento foi de 3 x 2 m, uma planta por cova.

Os tratamentos foram os seguintes:

T1- plantio na linha dos sulcos em nível, abertos, situando-se a muda dentro do sulco;

T2- plantio na linha dos sulcos em nível, barrados entre uma planta e outra à 40 cm da planta, situando-se a muda dentro do sulco;

T3- plantio na linha dos sulcos em camalhões em nível, plantando-se as mudas no camalhão;

T4- plantio na linha dos sulcos em camalhões em nível, plantando-se as mudas dentro do sulco, na base do camalhão;

T5- formação de bacias de 1 metro de diâmetro, com o plantio da muda no centro;

T6- testemunha, sem estrutura especial para captação de água.

O experimento foi distribuído em blocos casualizados, com 5 tratamentos de preparo de solo, mais uma testemunha sem técnica de preparação: T1, T2, T3, T4, T5 e T6 (testemunha), com 3 repetições. A parcela foi constituída de 4 filas de 5 plantas, no espaçamento de 3 x 2 m, uma planta por cova, considerando-se como úteis as 2 fileiras centrais, cada uma com 3 plantas úteis, tendo como bordaduras as duas plantas das extremidades da fileira. Portanto, foram 6 plantas úteis por parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura de plantas

Observa-se, através da Tabela 1, que na variável altura de plantas ao longo do tempo estudado, as técnicas de captação de água *in situ* promoveram efeitos significativos ($p<0,01$). Os tratamentos, plantio em sulcos

abertos (T1), plantio em bacias (T5) e ausência de técnicas de captação (T6) de altura de plantas (Tabela 1) ajustaram-se ao modelo linear ($p<0,01$ e $p<0,05$). Os valores médios de altura das plantas ao longo das 10 (dez) avaliações, que mais e menos se destacaram foram 132,36 e 115,39 cm, respectivamente para os tratamentos T1 e T6. Assim, pode-se notar no final da pesquisa um decréscimo maior que 12%, entre o tratamento T1 e T6. Segundo Santos (2008) em sua pesquisa sobre a fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-manso em diferentes épocas do ano no estado de Alagoas, concluiu que aos seis meses de idade o pinhão-manso apresentou média de 30 cm de altura e 23 mm de diâmetro caulinar e que aos com 21 meses de idade atingiu altura média de 147 cm e diâmetro caulinar de 80 mm.

Tabela 1. Resumo das análises de regressão da altura de planta do pinhão-manso, em função de técnicas de captação de água *in situ* ao longo do tempo. Campina Grande, PB, 2012

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios
		Altura de Plantas
Tratamentos	5	1417,1939**
Tempo	9	1026,2946**
Regressão Linear	1	8232,8666**
Regressão Quadrática	1	525,9054*
Regressão Cúbica	1	231,4585^{ns}
Regressão 4º grau	1	205,1554^{ns}
Desvio de Regressão	1	8,2532^{ns}
Tempo x Tratamento	45	4,9018^{ns}
Blocos	2	741,2629
Resíduo	118	89,9493
CV(%)		7,44
Tratamentos		Médias (cm)
T1		132,3666^{a}
T2		131,6777^{a}
T3		122,9166^{b}
T4		131,6833^{a}
T5		130,6555^{a}
T6		115,3916^{c}

**, *, ^{ns} Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F

Diâmetro caulinar

Nota-se, através da Tabela 2, efeito significativo ($p<0,01$ e $p<0,05$) das técnicas de captação de água *in situ* sobre o diâmetro de plantas em todos os tratamentos, com a decomposição dos graus de liberdade do fator tempo, em componentes de regressão polinomial, verificou-se que o diâmetro caulinar foi afetado, linearmente, pelas técnicas de captação de água, ao longo do experimento, significando uma tendência natural da planta.

À semelhança da variável altura de plantas, o diâmetro caulinar foi no tratamento sem estrutura especial de captação (T6), pois as médias foram as piores entre os tratamentos. Pode ser observado o crescimento do diâmetro caulinar das plantas ao longo do tempo, destacando-se a técnica com o plantio em camalhão, com as plantas no camalhão (T3), chegando a alcançar o valor médio de 61.87 mm. O crescimento do caule das plantas em diâmetro ocorreu de forma contínua ao longo de todo o estudo, conforme o tipo de tratamento estabelecido. Os valores de diâmetro caulinar médio das plantas alcançado nas 10 (dez) avaliações foram 60,36, 59,00, 61,87, 59,14, 59,88 e 54,11 mm, respectivamente, para os tratamentos T1, T2, T3, T4, T5 e T6, onde os cinco primeiros tratamentos não diferenciaram entre si significativamente.

Peso de sementes

Com base no resumo das análises de variância, apresentados na Tabela 3, não houve significância das técnicas de captação de água *in situ* sobre o peso de sementes do pinhão-manso. Todos os valores do peso de sementes foram maiores no ano de 2010, em comparação ao ano de 2011 (Tabela 3), possivelmente, decorrente

Tabela 2. Resumo das análises de regressão do diâmetro caulinar do pinhão-manso, em função de técnicas de captação de água *in situ* ao longo do tempo

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios
		Diâmetro Caulinar
Tratamentos	5	208,8214**
Tempo	9	512,1064**
Regressão Linear	1	3836,2976**
Regressão Quadrática	1	474,0800**
Regressão Cúbica	1	173,9045*
Regressão 4º grau	1	58,1274^{ns}
Desvio de Regressão	1	13,3097^{ns}
Tempo x Tratamento	45	2,6736^{ns}
Blocos	2	65,1180
Resíduo	118	25,4208
CV(%)		8,54
Tratamentos		Médias (mm)
T1		60,3645^{a}
T2		59,0037^{a}
T3		61,8793^{a}
T4		59,1425^{a}
T5		59,8877^{a}
T6		54,1145^{b}

**, *, ^{ns} Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F

Tabela 3. Resumo da análise de variância e médias do peso de sementes do pinhão-manso em função de técnicas de captação de água *in situ*, em diferentes anos de produção. Campina Grande, PB, 2012

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios	
		Peso de Sementes/10	Peso de Sementes/11
Tratamentos	5	684,4607^{ns}	822,2479^{ns}
Blocos	2	63,2905	301,8056
Resíduo	10	2034,9637	1530,3724
CV(%)		56,69	60,44
Tratamentos		Médias (g)	
T1		82,5124	60,2135
T2		73,1301	66,3184
T3		89,0671	70,3669
T4		89,7740	87,0107
T5		91,0592	68,1177
T6		51,9237	36,3080

^{ns} Não significativo pelo Teste F

da maior regularidade das chuvas; em 2011, a pluviosidade se concentrou entre abril e agosto/2011, com poucas chuvas no restante do ano (Figura 1).

Em 2010 a técnica que utiliza plantio em bacias, com a planta no centro da bacia (T5) teve um acréscimo maior em relação aos outros tratamentos, chegando a uma média de 91,05 g planta^{-1} de sementes. Resultando em uma produção total anual, correspondente a 227,65 kg ha^{-1} de sementes de pinhão-manso em regime de sequeiro, utilizando a técnica de plantio em bacias. Segundo Heller (1996) há referencias de até 8,0 t ha^{-1}, porém na aridez , tem-se citações de produtividades entre 200 a 800 kg ha^{-1} de sementes.

No ano de 2011, a técnica de captação com plantio em camalhões, com a planta na base do camalhão (T4) se destacou, obtendo média de 87,01 g planta^{-1} de sementes, totalizando uma produção anual de 217,5 kg ha^{-1} de sementes. A eficiência das técnicas de captação de água de chuva *in situ* no armazenamento de água no solo, reflete no aumento da produtividade da cultura. O pinhão-manso trata-se de uma espécie caducifólia, e apesar de resistente a seca, pode ter a produtividade comprometida, em regiões com precipitações pluviais abaixo de 600 mm ano^{-1} (Henning, 2005, citado por Saturnino et al., 2005), o que freqüentemente ocorre no semiárido brasileiro, onde foi realizado esse trabalho de pesquisa.

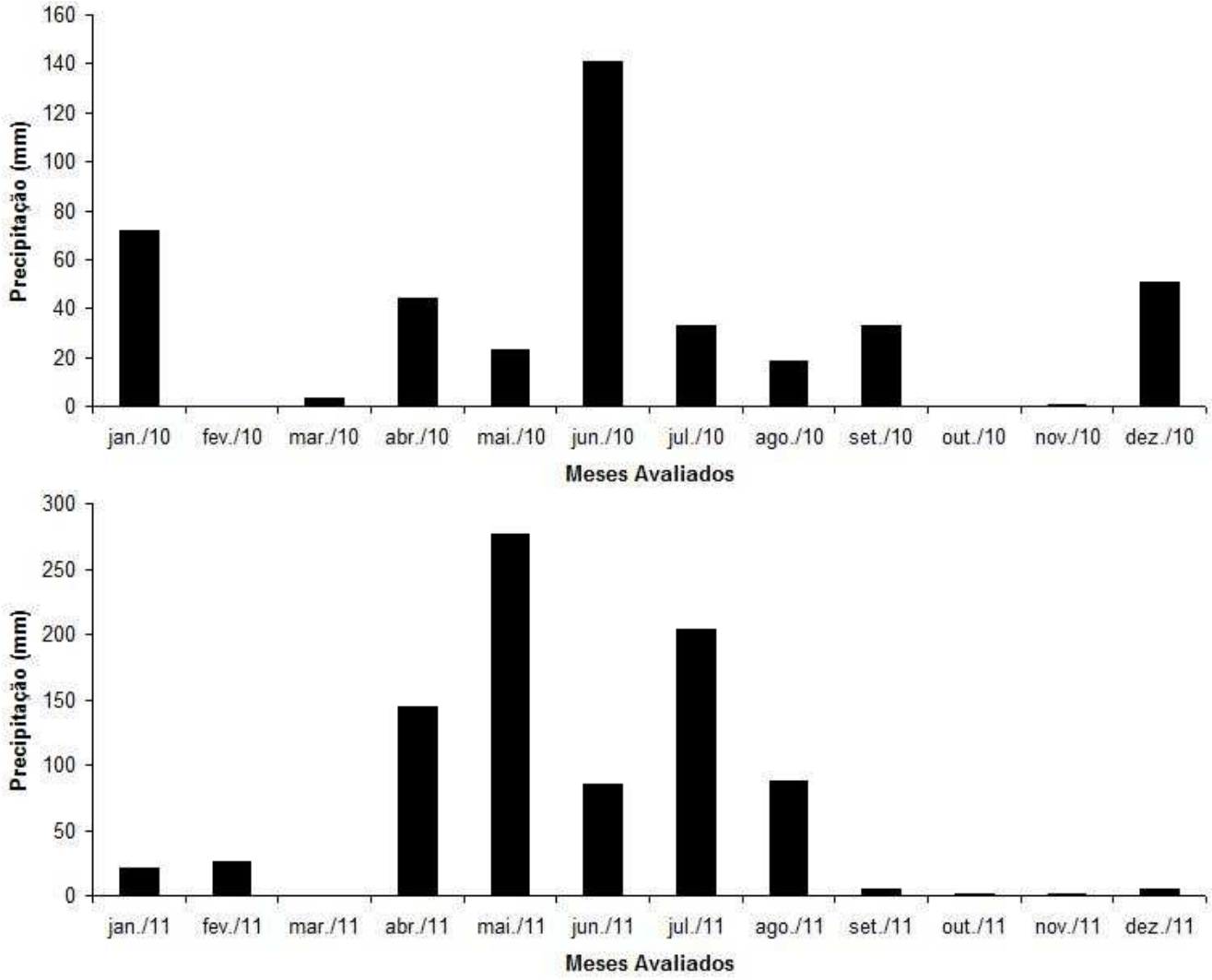


Figura 1. Distribuição das chuvas durante o experimento. (Fonte: Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido - INSA)

CONCLUSÕES

Ao longo do ciclo, as variáveis de crescimento são beneficiadas pelas formas de preparação do solo, para favorecer a captação de água *in situ*, em comparação ao tratamento com ausência de técnica de captação.

Menores valores de produção, como peso de sementes de pinhão-manso são registrados em plantas cultivadas em solo sem estrutura de captação de água in situ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arruda, F. P. de; Beltrão, N. E. de M.; Andrade, A. P. de; Pereira, W. E.; Severino, L. S. Cultivo do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o Semiárido Nordestino. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, v.8, n.1, p.789-799, 2004.

Heller, J . Physic nut: Jatrofa curcas L. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 66p.

Peixoto, A. R. Plantas oleaginosas arbóreas. São Paulo, Nobel, 1973.

Santos, C. M. dos. Fenologia e capacidade fotossintética do pinhão-manso (Jatropha curcas L.) em diferentes épocas do ano no estado de alagoas. Rio Largo: UFAL, 2008. 79p. Dissertação de Mestrado.

Saturnino, H.M.; Pacheco,D.D.; Kakida, J.; Tominaga, N.; Gonçalves, N. P. Cultura do pinhão-manso (Jatrofa curcas L.). Informe agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p.44 - 78, 2005.

Silva, M. B. R. Crescimento, desenvolvimento e produção do pinhão-manso irrigado com água residuária em função da evapotranspiração. Campina Grande: UFCG, 2009. 150p. Tese de Doutorado.

Silva, F. B. R. E.; Riché,G. R.; Tonneau, J. P.; Souza Neto, N. C. de.; Brito, L. T. de L.; Correia, R. C.; Cavalcante, A. C.; Silva, F. H. B. B. da.; Silva, A. B. da.; Araújo Filho, J. C. de. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossócioeconômico. Petrolina-PE: EMBRAPA - CPATSA/Recife: EMBRAPA - CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, v.1. 1993.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

IRRIGAÇÃO AUTOMÁTICA COM ÁGUA DE CHUVA COM MAPEAMENTO[1]

Wagner Teixeira da Costa[2] & Alexandre Xavier de Lima[3]

Resumo: O controle da irrigação é uma técnica agrícola com o objetivo de fornecer à cultura um suprimento controlado de água. Isso faz com que as demais operações agrícolas (fertilização, mecanização, controle de pragas e doenças) e o crescimento do vegetal possam atingir seu rendimento máximo, aumentando a produtividade e conseqüentemente o lucro. O projeto consiste na implantação de um sistema de irrigação automático utilizando água de chuva. Assim o solo será irrigado quando sensores de umidade e temperatura indicarem a necessidade. Desta forma a automatização desse processo irá reduzir o consumo e desperdício de água e energia.

Palavras-chave: Irrigação automatizada, sustentabilidade, economia de energia.

INTRODUÇÃO

Sem água não existiria vida. Ela é fundamental na manutenção da biodiversidade e de todos os ciclos naturais. Compõe grande parte do corpo humano e ajuda no bom funcionamento de seu organismo. Além disso, é essencial para o desenvolvimento econômico e cultural das civilizações. Assim a água é um bem estratégico para a humanidade e seu uso racional vem sendo muito discutido atualmente, pois devido à degradação ambiental já é escassa em muitos lugares do mundo.

A irrigação consome uma grande quantidade de água, cerca de 72% da água doce mundial (Malvezzi, 2007), mas é fundamental para a viabilidade da alimentação do homem. Entre algumas vantagens desse processo estão: garantia de produção (elimina a dependência das chuvas); diminuição dos riscos (como perder os investimentos em adubo, semente e corretivos de solo por falta d'água); colheita na entressafra; aumento de produtividade; fertirrigação (possibilita a aplicação de adubo por meio da água de irrigação, substituindo a adubação convencional por meio de tratores, reduzindo o consumo de combustível, depreciação das máquinas e gasto com mão de obra) (Folha, 2007).

É preciso então adequar a irrigação com a atual e futura disponibilidade de água do planeta. Uma solução é armazenar a água das chuvas e utilizá-la na irrigação e somente irrigar na quantidade necessária a cada tipo de plantação. Com isso a eficiência do processo é mantida, mas o consumo de água é reduzido.

MATERIAL E MÉTODOS

Estudo inicial

Primeiramente foi feito um levantamento bibliográfico e um estudo sobre os tipos de técnicas existentes na irrigação. A aspersão foi o método escolhido, devido à facilidade de instalação e custo baixo. Em seguida um estudo sobre métodos de armazenamento de água da chuva. Ela é armazenada em duas caixas, de 2000 litros cada, que já se encontravam no IFES Campus Serra, através de calhas instaladas em um dos prédios da instituição.

Escolha dos materiais

Os materiais básicos são:

[1] Projeto Financiado pelo IFES Campus Serra.
[2] Eng. Eletricista. Pesquisador do GERA. IFES Campus Serra, SERRA-ES. 56302-970. Fone: (27) 3348-9200, e-mail: wagnercosta@ifes.edu.br
[3] Técnico em Automação Industrial, IFES Campus Serra, PROGEN Projetos Gerenciamento e Engenharia Ltda. e-mail: lima.xand@gmail.com

2 Caixas d'água de 2000 litros cada, para o armazenamento, Calhas para captar a água do telhado, encanamento, mangueira e os aspersores.

Os materiais para a automatização:

Um CLP (controlador lógico programável) é o controlador do sistema, o elemento final de controle são: uma bomba d'água (Vonder modelo VCS-75, monofásica, potência de ¾ cv) e eletroválvulas (válvulas solenóides, 127v, on-off) e os elementos primários da malha são sensores de umidade e temperatura. Escolhido os materiais e o local de montagem (jardim da instituição), passou-se para a instalação das calhas e das caixas d'água.

Estudo e desenvolvimento dos sensores

As principais características que os sensores deveriam ter são custo baixo, facilidade de construção e manutenção. Depois de pesquisas chegou-se a um resultado satisfatório para o sensor de umidade. Para o sensor de temperatura primeiramente utilizou-se um diodo como sensor. Contudo seu funcionamento poderia não ser o ideal, pois o ambiente de medição é externo (sol, chuva, poeira). Então, se decidiu usar um circuito integrado LM 335, que por sua forma de construção encapsulada, facilidade de utilização e linearidade (curva característica do componente ao processo de irrigação) adaptou-se melhor as necessidades do projeto.

Material para sensor de umidade:

Dois transistores NPN BC5408, um diodo 1n4148, relé de 12V, dois resistores (um de 10K e outro de 1k) e um trimpot de 10k.

Estudo do CLP

Um CLP é um computador especializado, baseado num microprocessador que desempenha funções de controle. Num sistema típico, toda a informação dos sensores é concentrada no CLP que de acordo com o programa em memória define o estado dos pontos de saída conectados a atuadores.

Uma pesquisa foi feita no mercado para escolher o CLP que melhor se adequava às necessidades. Os requisitos são: custo baixo, possuir relógio interno (para o horário da irrigação) e números de I/O mínimas (oito entradas digitais, uma analógica e sete saídas). O CLIC 02 da WEG estava disponível na instituição, atendeu as exigências e ainda já se dispunha de conhecimento de suas características e ambiente de programação. Com isso foi feito um programa inicial para testes.

Desenvolvimento do programa de CLP

A programação, em linguagem Ladder (O Diagrama Ladder descreve uma função lógica, semelhante no desenho a uma escada, mostrando como os contatos dos transdutores e atuadores são interligados eletricamente a relés. Utilizado principalmente para programação de CLP).

Os principais requisitos que o programa deve obedecer são: irrigar quando a umidade estiver baixa, a temperatura não estiver acima do limite estipulado, estiver na hora permitida e quando a reserva de água for mínima para permitir o processo. No tópico de resultados e discussão o programa será explicado detalhadamente.

Instalação dos equipamentos

Com as calhas e caixas d' água montadas, a bomba foi instalada. A saída da bomba está ligada um cano denominado "barramento principal", nele estão conectadas as válvulas solenóides que mapeiam o terreno. Nos solenóides, por sua vez, estão, através de mangueiras para irrigação, conectadas os aspersores. Além disso, existe uma bóia de nível tipo "pêra" nas caixas, para indicar nível baixo de água. A Figura 1 ilustra o esquemático do sistema de irrigação.

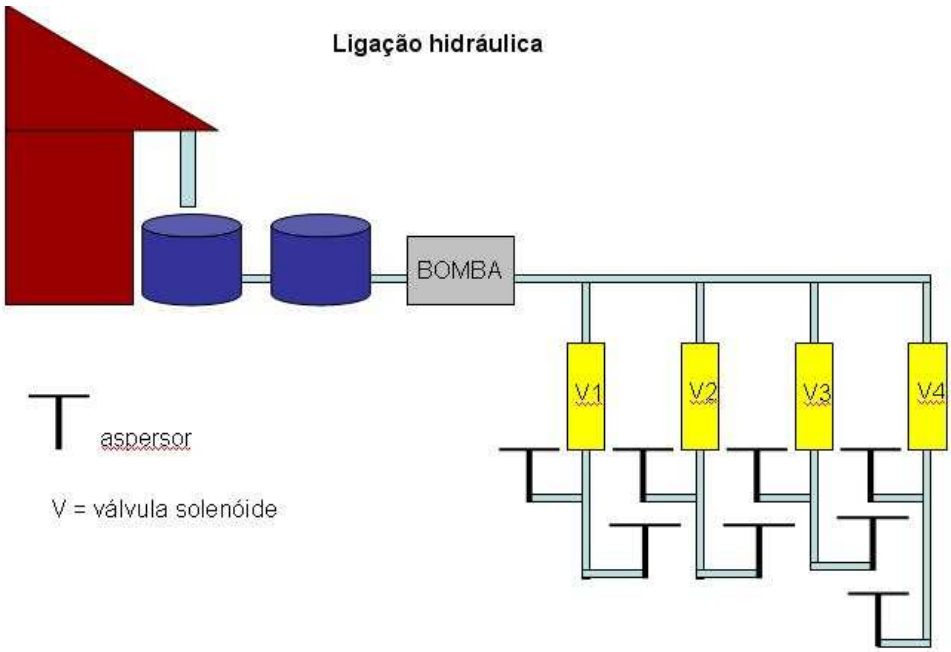


Figura 1. Esquemático do sistema de irrigação

Montagem do painel elétrico

A Figura 2 ilustra o painel elétrico, nele contém as botoeiras liga/desliga do sistema quando no modo manual; a chave de seleção manual/automático; os barramentos de 24VCC e 0VCC para alimentar o CLP, os sensores e conexão com a chave de nível; o barramento de 127VAC para alimentar as válvulas solenóides e a bomba; o barramento de entradas do CLP; a bancada de relés para as saídas do controlador; o fusível de 2A para proteger o CLP e os sensores e um disjuntor de 10A para proteger as válvulas e a bomba. Para acionar a bomba foi colocado um contator de 127VAC ligado a um relé de uma saída do CLP.

Figura 2. Painel elétrico

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 mostra o diagrama de funcionamento do sistema.

A captação ocorre através das calhas que recolhem a água da chuva no telhado de um dos prédios e levam até as caixas, ilustrado na Figura 4.

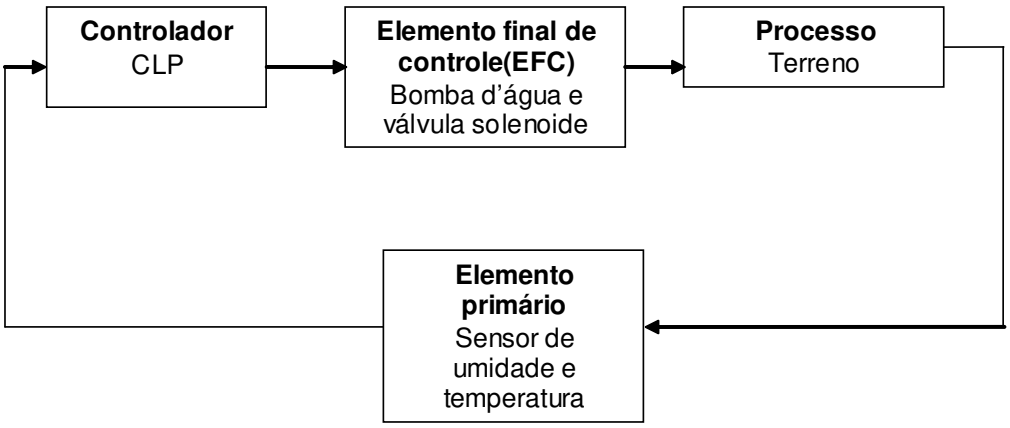


Figura 3. Funcionamento geral do sistema

Figura 4. Captação da Água de Chuva

A Figuras 5 mostra o circuito do sensor de umidade

Com as pontas de medida no solo seco a corrente fluindo pelo sensor é praticamente nula assim a corrente consumida pelo circuito é muito baixa. O ajuste do *set-point (valor de referência)* de umidade do sensor e realizada através do potenciómetro existente no circuito. A medida que a umidade aumenta, a resistência entre as

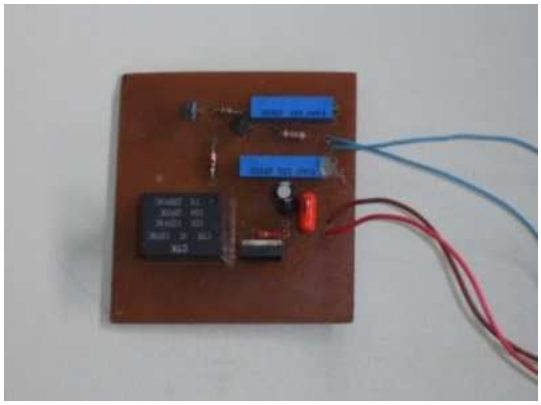


Figura 5. Circuito elétrico do sensor de umidade

pontas do sensor diminui elevando a corrente consumida até chegar ao valor do set-point e ser suficiente para saturar os transistores e disparar o relé. O sinal de 24v será transmitido para o CLP que conforme programa acionará a irrigação.

O LM 335 é um CI sensor de temperatura de fácil calibração. A temperatura medida é comparada com uma tensão que representa a temperatura máxima. Se a temperatura ambiente estiver menor que a máxima o sistema libera a irrigação.

Cada sensor é instalado em um trecho e de acordo com desenho do terreno. Quando os sensores permitem e está no horário e irrigado o trecho em questão. A Figura 6 ilustra o esquemático da distribuição dos sensores e aspersores.

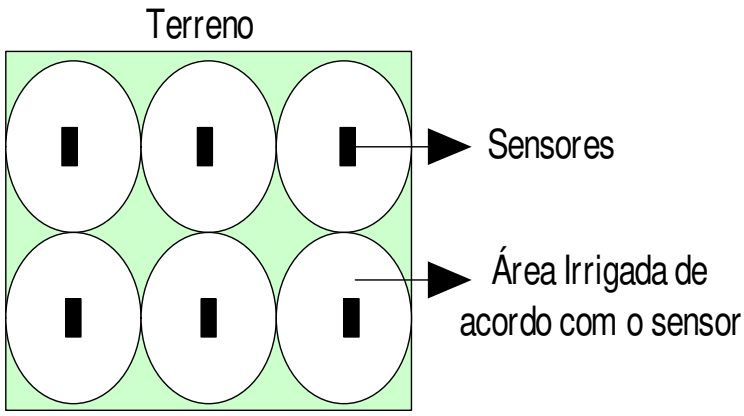


Figura 6. Distribuição dos sensores e aspersores no terreno

As Figuras 7 e 8 ilustram os elementos finais de controle do sistema de irrigação, a válvula é alimentada com 127Vac.

Figura 7. Bomba

Figura 8. Válvula solenóide

CONCLUSÕES

Um sistema para irrigação automatizada foi aqui projetado e implementado. As informações sobre a temperatura e umidade do solo são enviadas ao CLP, além da faixa de horário, que decide se uma determinada área deve ser irrigada ou não.

O sensor de umidade do solo pode ser ajustado de acordo com as necessidades de cada tipo de plantação.

O desenvolvimento deste projeto mostra que é possível transformar um processo reconhecidamente grande consumidor de água potável em um processo ecologicamente correto e sustentável. Utilizar a água da chuva e energias alternativas será cada vez mais importante a medida que as fontes de energia renováveis se esgotam.

O projeto desenvolvido foi instalado e testado com sucesso no IFES Campus Serra, como trabalho futuro pode-se aproveitar as placas fotovoltaicas existentes no IFES Campus Serra para alimentar o sistema de irrigação, fazendo que o sistema possa ser utilizado em áreas desprovidas de energia elétrica e também como economia de energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Malvezzi, R. Hidronegócio, MAB – Movimento dos atingidos por barragens. Disponível em: <http://www.mabnacional.org.br/noticias/080305_hidronegocio.htm>. Acesso em: 18 ago 2007.

Folha on line. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/publifolha/ ult10037u351812.shtml>. Acesso em: 15 jan. 2007.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO GIRASSOL SOB SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA "IN SITU" E ADUBAÇÃO ORGÂNICA

José Alberto Calado Wanderley[1], Carlos Alberto Vieira de Azevedo[2], Marcos Eric Barbosa Brito[3], Francisco Cássio Gomes Alvino[4], Francisco Assis de Sousa[4] & Pedro Dantas Fernandes[2]

Resumo: A cultura do girassol tem suma importância econômica, devido a presença de óleo em suas sementes e do ciclo curto, podendo ser cultivado em uma ampla faixa climáticas e de solos, todavia, o cultivo pode ser limitado pela baixa disponibilidade hídrica e adubação inadequada, assim, objetivou-se avaliar os aspetos fisiológicos do girassol sob sistema de captação de água e adubação orgânica. O experimento foi instalado em condições de campo, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, onde foram testado, em delineamento de blocos ao acaso, em fatorial 4 x 5, sendo quatro sistemas de cultivo: camalhão, sulco e bacias, constituindo-se em técnicas de captação de água, mais uma testemunha denominada de sem técnica; combinadas a cinco níveis de esterco bovino (0 - 2,5 – 5 - 7,5 e 10 L m^{-2}), em seis repetições. Aos trintas dias após a semeadura, com um IRGA (analisador de gases na faixa infravermelho) determinou-se: a concentração interna CO_2 (Ci), transpiração, condutância estomática, fotossíntese (A), podendo-se calcular a eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (*A*/Ci) e a Eficiência intrínseca no uso da água (EUA). O cultivo do girassol em sulco e sem técnica proporcionou maior índice fisiológico quando adubado com dose de esterco de 10 L m^{-2}; já nas bacias obteve-se melhores resultados ao se aplicar 5 L m^{-2}.

Palavras-chave: Sulcos, camalhões, bacias e esterco.

INTRODUÇÃO

A importância da cultura do girassol (*Helianthus annuus L.*), no mundo, deve-se à excelente qualidade do óleo que é extraído dos aquênios. O Brasil ocupa a vigésima sétima colocação na produção agrícola de girassol com 98,3 mil toneladas, em uma área de 78,4 mil hectares (FAO, 2011).

Adapta-se bem a diversos ambientes, podendo tolerar altas e baixas temperaturas e estresse hídrico (Leite et al., 2005). A região semiárida do nordeste brasileiro enfrenta, ao longo tempos, problemas relacionados ao manejo de água de chuva e a conservação do solo, com baixa ocorrência de chuvas e distribuição irregular no espaço e no tempo, havendo alta intensidade em períodos curtos. Uma das alternativas seria o sistema de captação de água *in situ* que consiste na modificação da superfície do solo de modo que o terreno entre as fileiras de cultivo sirva de área de captação. Essa área apresenta uma inclinação que intensifica o escoamento superficial ao mesmo tempo em que direciona a água para a porção do solo explorada pelo sistema radicular da planta (Porto et al.,1990).

Aliado a estas técnicas, o uso de material orgânico pode favorecer a conservação da água, visto que, com o uso freqüente de resíduos orgânicos nas plantações, consegue-se, ao longo de alguns anos, a diminuição na aplicação de adubos minerais melhorando a qualidade do solo, os quais atuam, também, como condicionadores do solo (Silva, 2008).

Uma das formas de averiguar se a cultura esta sob condições adequadas de cultivo esta relacionada as trocas gasosas das plantas, pois, conforme Taiz & Zeiger (2009), a planta sob estresse tende a reduzir o seu potencial hídrico celular, realizando o fechamento dos estômatos e a formação de fotoassimilados.

[1] Mestrando em Engenharia Agrícola-Universidade Federal de Campina Grande, (UFCG), Campina Grande – PB Rua Vicente de Paula Leite, 352, CEP: 58840-00, Pombal-PB-Brasil, Tel. (83) 991239112, E-mail: alberto_agronomo@hotmail.com
[2] Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB
[3] Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB
[4] Graduando Agranomia, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB

Desta maneira, objetivou-se avaliar os aspectos fisiológicos relacionados às trocas gasosas de girassol cultivado em sistema de captação de água *in situ* e níveis de esterco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, entre os meses de abril a maio de 2012, em uma área localizada no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal – PB.

O delineamento experimental explorado foi o de blocos ao acaso, em um esquema fatorial 4 x 5, com seis repetições, onde no primeiro estudou-se às técnicas, correspondendo aos camalhões, sulcos e bacias, mais uma testemunha, caracterizada como sem técnica, no segundo fator foram testados cinco níveis de esterco bovino (0,0 - 2,5 - 5 - 7,5 e 10/ L m^{-2}), totalizando, assim, 120 parcelas experimentais, dotada de uma área de 6 m^2.

As estruturas para captação de água foram preparadas após aração na camada de 0 a 30 cm, com uso de uma enxada, quando confeccionou-se os camalhões em uma altura de 40 cm, o solo utilizado foi proveniente da abertura dos sulcos, que intercalaram os camalhões espaçados a 1 m distância um dos outros. As bacias foram preparadas com formato quadrada, com uma área de 1 m^2 cada, para formação das bordas puxou-se solo do centro da bacia.

Com a confecção das estruturas para captação de água, procedeu-se a distribuição do esterco conforme níveis a estudadas, incorporado-os a uma profundidade de 20 cm; após estes procedimentos, a área ficou em repouso por trinta dias.

Com fins de simulação das chuvas, devido a incerteza da ocorrência das precipitações, instalou-se um sistema de irrigação por aspersão convencional, com cinco aspersores de precipitação média de 4 mm em cada hora de irrigação.

Realizou-se semeadura direta do girassol no dia 25 de abril, usando-se a variedade EMBRAPA 122, na razão de três sementes por covas, em um espaçamento de 0,5 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, promovendo uma densidade de 4 plantas em cada m^2, ou 40.000 plantas por ha Com quinze dias após a semeadura, realizou-se o desbaste deixando uma planta em cada cova. Da semeadura até o desbaste, aplicou-se uma lâmina diária de 4 mm, em seguida adotou-se um intervalo de irrigação de sete dias, aplicando uma lâmina de 40 mm.

Para o monitoramente da umidade do solo foram instalados 60 tensiômetros com manômetros de mercúrio a 20 cm de profundidade; cada aparelho respondeu por duas parcelas de tratamentos similares, a leituras em centímetros de coluna d'água foram ajustadas a equação da curva característica do solo (figura 1).

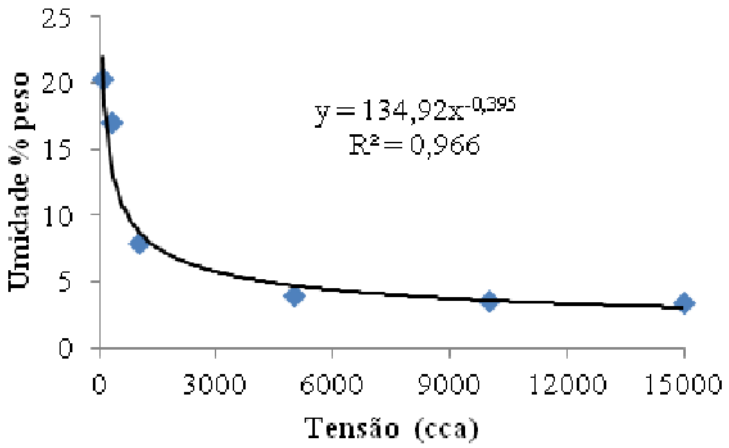


Figura 1. Curva Característica do solo, utilizada na determinação da umidade em percentual de com base no peso, nos tratamentos estudados, Pombal-PB, Maio de 2012

Da semeadura ao desbaste contabilizou-se uma lâmina acumulada de 60 mm, do desbaste até a avaliação fisiológica aos 30 dias após a semeadura (DAS) realizam-se duas irrigações de 40 mm, em função desse manejo, e sem a ocorrência de chuvas nesse período, a umidade média observada em cada tratamento, comportou-se da forma representada na figura 2.

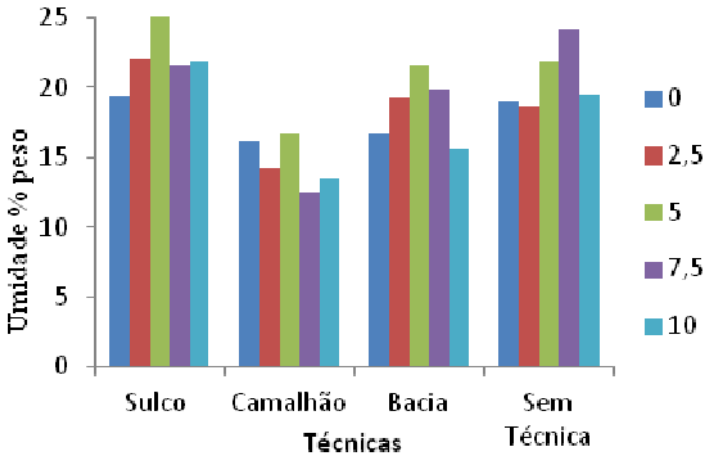


Figura 2. Umidade (%) média em base de peso, observada entre o desbaste e a avaliação fisiológica, em função das Técnicas de Captação de Água *in situ* e Niveis de Esterco estudados, através da tensiometria .Pombal-PB, Maio de 2012

Aos trintas dias após a semeadura (DAS), com uso de medidor de trocas gasosas IRGA (Analisador de gases na Faixa Infravermelho), determinou-se as seguintes varáveis: Concentração interna de CO_2 (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), Fotossíntese (A); a partir destes dados, calculou-se a Eficiência intrínseca no uso da água (EUA) e eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (A/Ci).

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variâncias, em caso de efeito significativo em função das técnicas, procedeu-se o teste de Tukey e, para o fator esterco e interações as regressões polinomiais (linear e quadrática), com base em metodologia contida em (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observandoo-s, na Tabela 1, as trocas gasosas aos 30 DAS, verificando-se que as variáveis, concentração interna de CO_2, eficiência intrínseca no uso da água e eficiência intrínseca da carboxilação não foram influências

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a Concentração interna de CO_2 (Ci) (mmol de CO_2 m^2), Transpiração (E) (mmol de H_2O m^{-2} s^{-1}), condutância estomática (gs) (mol de H_2O m^{-2} s^{-1}), Fotossíntese (A) (µmol de CO_2 m^{-2} s^{-1}), Eficiência intrínseca no uso da água (EUA) [(µmol m^{-2} s^{-1}) (mol H_2O m^{-2} s^{-1})$^{-1}$] e eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (A/Ci) medida aos 30 dias em função das técnicas de captação de água *in situ* (Técnicas) níveis de esterco para a cultura do Girassol. Pombal, PB, 2012

Fontes de Variação	GL	QM					
		Ci	E	Gs	A	EUA	EICi
Técnicas	3	535.275000^{ns}	1.095694 **	0.010683^{ns}	7.230536 ^{ns}	0.839374 ^{ns}	0.000732^{ns}
Esterco	4	488.72083 ^{ns}	0.440212^{ns}	0.015592^{ns}	5.168650 ^{ns}	1.257025 ^{ns}	0.000366^{ns}
Bloco	5	1147.508333	1.191035	0.191173	39.009957	5.542579	0.000391
Técnicas* Esterco	12	425.615278 ^{ns}	0.175948^{ns}	0.021707**	12.515708**	0.691968 ^{ns}	0.000721^{ns}
Resíduo	95	335.367982	0.188604	0.006474	4.737345	0.526044	0.000721
CV %		9.64	8.58	14.25	7.94	13.23	15.66
Média		189.891666	5.0614167	0.5645833	27.4033333	5.4839033	0.1464050

GL= grau de liberdade, ns= não significativo, **= significativo a 1% de Probabilidade, * significativo a 5% de Probabilidade

pelas fontes de variação testadas, já a condutância estomática e a fotossíntese sofreram efeito significativo da interação entre as técnicas de captação de água e os níveis de esterco; todavia, a houve diferença na transpiração entre as técnicas.

Quanto à transpiração, verificou-se que as plantas cultivadas em bacias e sem técnicas perderam um maior volume de água (Figura 3), atingindo os valores médios de 5,203 mmol de H_2O m^{-2} s^{-1} em ambos os tratamentos, sem terem interferência das doses de esterco estudadas. Entretanto, nas plantas que foram cultivadas em camalhões, observou-se as menores taxas de transpiração, o que pode estar relacionado a menor captação de água observada nesta técnica, como pode ser verificado na Figura 2, onde tem-se os dados de umidade do solo obtido por tensiometria, neste caso, leva-se em consideração que a diminuição da disponibilidade hídrica no solo proporcionou redução nas trocas gasosas, notadamente a transpiração.

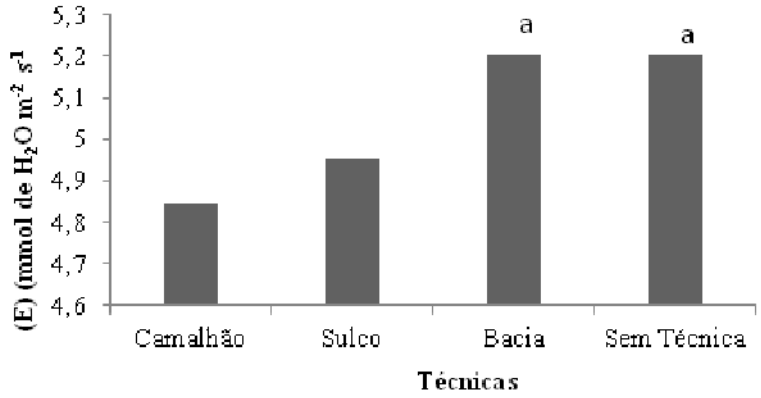


Figura 3. Teste de comparação de média para a variável Transpiração (E) (mmol de H_2O m^{-2} s^{-1}) aos 30 DAS em função Técnica de Captação de Água *in situ* , Camalhão,Sulco, Bacia, e, Sem técnica, Pombal, PB, Maio de 2012

Resultados equivalentes foram encontrados por Roza (2010), que constatou redução na taxa de transpiração em plantas de pinhão manso sob baixa disponibilidade hídrica. Conforme Nogueira et al., (2001), a diminuição da umidade no solo tem diversos efeitos no processos fisiológicos das plantas, geralmente aumentando a resistência estomática, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente, o suprimento de CO_2 para a realização do processo de fotossíntese.

Ressaltando a importância para este parâmetro fisiológico, mencionada por Marenco & Lopes (2009), que a transpiração é a evaporação da água a partir da superfície da planta exposta ao ar, sendo o principal órgão envolvido a folha, através dos estômatos, ou transpiração estomática, pelos quais passam mais de 90% do CO_2 e da água transpirada. O mesmo autor, também apresenta um estudo sobre a densidade estomática em superfície foliar, de diversas espécies, onde a cultura em estudo aparece com uma densidade de 175 no limbo abaxial e 120 estômatos por mm^{-2} no limbo adaxial.

Na (figura 4) tem-se o desdobramento para os valores de condutância estomática (gs), esta variável tem uma relação muita estreita com a discutida anteriormente, no sentido de que a transpiração depende de uma maior condutância, e a baixa transpiração está diretamente relaciona a resistência estomática

Podemos observar a maior média no sulco de cultivo com 0,669 mol de H_2O m^{-2} s^{-1} , chegando a esse valor em função do aumento da dose de esterco para 10 L m^{-2} (figura 4 B), apesar de apresentar médias inferiores que o sulco, no camalhão a melhor média também foi em função da maior dose de esterco, mesmo resultados podemos observar nas plantas observada quando cultivada sem técnica (figura 4 D , A) respectivamente, já na bacia os melhores resultados foram em função dos 5 L m^{-2} (figura 4 C).

O mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos baseia-se no grau de turgescência das células-guarda, em folhas com estresse leve, os estômatos tendem a permanecerem abertos, já em condições severa de

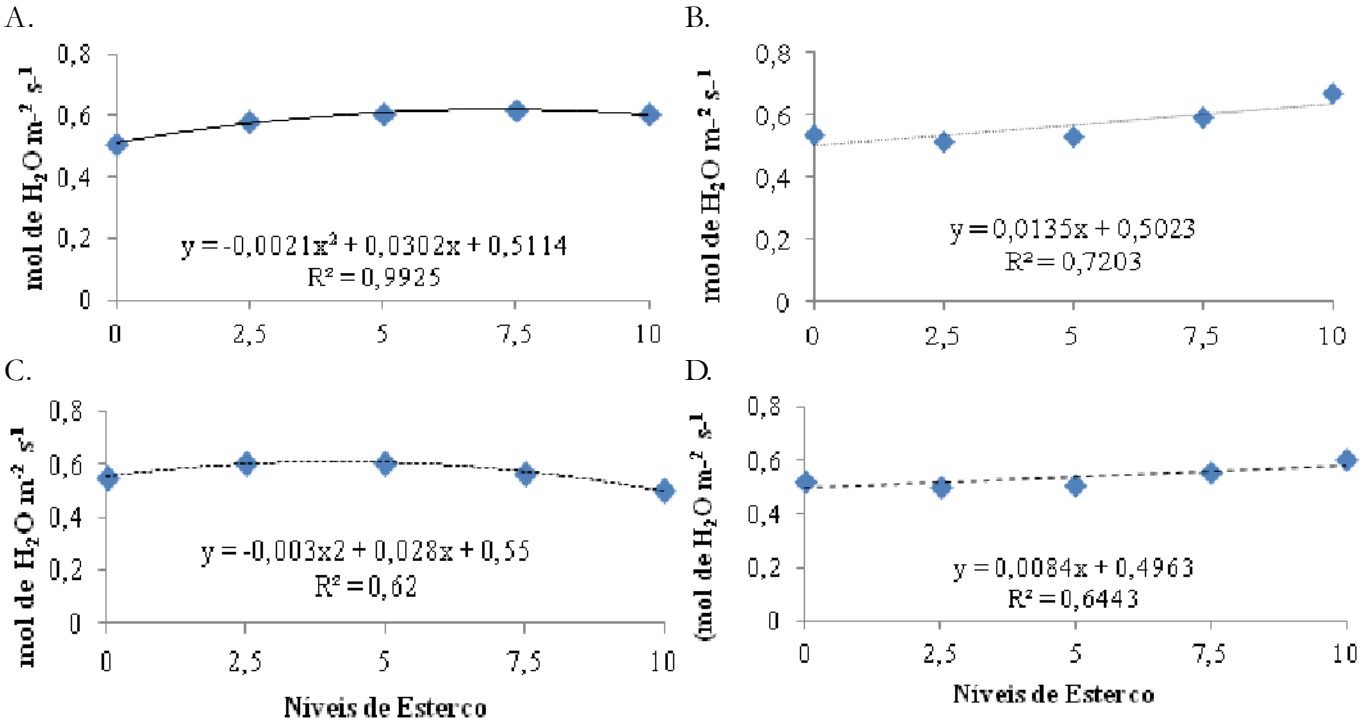


Figura 4. Análise de Regressão quadrática para a variável condutância estomática (gs) (mol de $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$) após o desdobramento aos 30 DAS, para os Níveis de Esterco estudados dentro de cada Técnica de Captação de Água *in situ*, Sem técnica (A), Sulco (B), Bacia (C) e Camalhão (D), Pombal, PB, Maio de 2012

estresse hídrico causará o fechamento devido a difusão do Ácido Abscísico para as células-guarda. Contudo, a retomada da umidade do solo não leva a uma rápida abertura dos estômatos (Marenco & Lopes, 2009).

Para os resultados de fotossíntese, o melhor desempenho ocorreu nas plantas cultivadas com a dose de esterco 5 L m^{-2}, nos tratamentos bacias e sem técnica, observou-se que a partir desta dose a fotossíntese liquida diminui com o aumento da concentração de esterco nas plantas cultivadas nas referidas técnicas (figura 5 A, C), já nos sulcos e camalhões, a fotossíntese cresceu proporcionalmente com o aumento das doses de esterco, sendo os valores médios para 10 L m^{-2}, de 28,41 e 27,82 µmol de CO_2 m^{-2} s^{-1}, nas plantas dos sulcos e camalhões respectivamente (figura 5 B, D). Desta forma, acredita-se, que a adubação orgânica, funciona como condicionador físico do solo, atuando na retenção de água, como também aumentando a porosidade do solo, os efeitos aqui avaliados, podem ser resultantes desse principio, nas técnicas microbacias e sem técnica a dose de 5 L m^{-2}, foi a que proporcionou o conteúdo de água no solo, que ocasionou uma maior abertura estomática, consequentemente com os estômatos mais tempo aberto, houve uma maior captação de CO_2, com isso as plantas cultivadas neste sistema, foram aquelas que atingiram o ponto de compensação de carbono mais precoce que as demais cultivadas em outras doses de esterco nestas técnicas.

Sendo o girassol uma planta de metabolismo C_3, onde a fotossíntese liquida é resultante da fotossíntese bruta menos o somatório do processo respiratório e da fotorespiração. Já quando se aumentou a concentração de esterco, consequentemente se elevou a porosidade, com isso certamente ocorreu uma maior percolação profunda da água ao longo do perfil do solo, provocando uma resistência estomática mais frequente.

CONCLUSÕES

O cultivo do girassol em sulco e sem técnica, proporcionaram maiores índices fisiológicos quando adubados com doses de esterco de 10 L m^{-2};

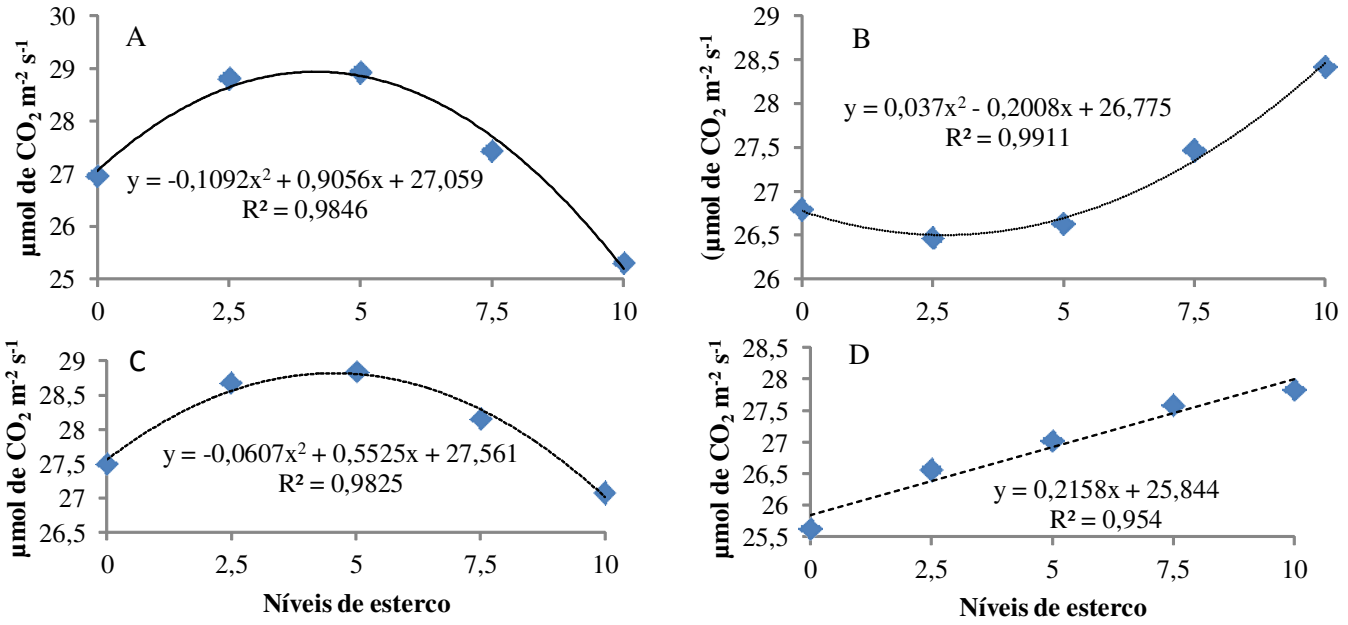


Figura 5. Análise de Regressão quadrática para a variável Fotossíntese (A) (µmol de CO_2 m^{-2} s^{-1}) após o desdobramento aos 30 DAS, para os Níveis de Esterco estudados dentro de cada Técnica de Captação de Água *in situ*, Sem técnica (A), Sulco (B), Bacia(C) e Camalhão (D), Pombal, PB, Maio de 2012

No cultivo em bacias obteve-se melhores resultados ao se aplicar 5 L m^{-2}.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fao, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011.Disponível em < http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>, acesso em 15 junho de 2011.

Ferreira, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 2ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.

Leite, R. M. V. B. C.; Brighenti, A. M.; Castro, C. Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005.

Marenco, R.A. Lopes, N.F. Fisiologia vegetal**,** 3 ed, UFV. 2009, cap 4, p. 227

Nogueira, R. J. M. C., Moraes, J. A. P. V., Burity, H. A., 2001 Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleira submetidas a déficit de água. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 13, n.1, p. 75-87.

Porto, E. R. ; Vivallo Pinare, A. G. ; Williams, Fuentes, C. O. ; Silva, A. S. ; , L. H. O. Pequenos Agricultores V: métodos de execução de sistemas integrados de produção agropecuária (SIP). Petrolina: EMBRAPA, 1990.

Roza, F, A. Trocas gasosas foliares e crescimento de Jatropha curcas L. na fase reprodutiva sob estresse hídrico. Ilhéus, Bahia, Brasil – UESC, 2010. 78p, Dissertação Mestrado.

Silva, L. S. da; Canellas, L. P.; Camargo, F. A. de O. Fundamentos de matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Metrópole, 2008. cap.32, p.1.

Taiz, L. Zeiger, E. Fisiologia Vegetal. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719 p

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

ATER PÚBLICA NO PROCESSO DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NOS ASSENTAMENTOS DO MUNICIPIO DE CANINDE-CEARÁ

Raimundo Jackson Nogueira da Silva[1], Juliette Macena de Sousa[2], Cleiviane Marques Vasconcelos[3], Jardenia Mayara da Silva Nogueira[4] & José Lucas Duarte Queiroz[5]

Resumo: As políticas públicas de acesso à água têm avançado nas últimas décadas, porém, a falta de gestão dos recursos hídricos ainda tem limitado os resultados das ações de políticas de convivência com o semiárido. A assistência técnica e extensão rural têm estado lado a lado com o camponês, e esta política de assistência pode ser um meio de sensibilizar a importância da conservação e preservação dos recursos hídricos, desde que seja de forma metodológica e participativa. Este trabalho tem como objetivo avaliar a gestão dos recursos hídricos nos assentamentos de reforma agrária no município de Canindé – Ceará. Para realização desta pesquisa foi aplicado questionários com as famílias, realização de oficinas nos assentamentos, acompanhamento da execução dos serviços e validação dos dados obtidos por meio de uma reunião com as famílias assistidas. Conclui-se que a ATER é fundamental como facilitadora no processo capacitação sobre gestão de recursos hídricos, conseguindo intervir de forma metodológica nas ações que venham favorecer a conservação e a preservação do recurso hídrico.

Palavras-chaves: ATER, Conservação, Água, Semiárido, Cisterna.

INTRODUÇÃO

Segundo a lei 7.829/89, define o semiárido, a área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), que são áreas com precipitações pluviométricas médias anuais iguais ou inferiores a 800 mm/ano.

No ano de 2001 a SUDENE foi extinta, e com isso, o Ministério da Integração Nacional, cria o Grupo de Trabalho interministerial (GTI) para delimitar a nova área do semiárido brasileiro.

Com a nova delimitação, não foi só levado em conta à pluviosidade, mas, vários outros fatores como a alta taxa de evapotranspiração e a concentração de período chuvoso.

O Ministério da Integração Nacional, no ano de 2004, se incumbiu de redelimitar a área, e o Grupo de Trabalho Interministerial (GTI) levou em conta três critérios fundamentais (Site MDA):

1 – A precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm, conhecida como a isoieta de 800 mm.

2 – Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração, entre 1961 e 1990, isto é, a razão entre precipitação e evapotranspiração (P/ETP), designado pela UNEP (The United Nations Environment Programme) entre 0,20 e 0,50 para o semiárido.

3 – Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 – o déficit hídrico.

No Estado do Ceará não está efetivada a democratização do acesso aos recursos hídricos, como também, em relação à distribuição de água para o abastecimento humano.

Há disponibilidade global de água, entretanto, ela é mal distribuída pela sazonalidade das chuvas e no espaço territorial, configurando a insegurança hídrica demonstrada pelo acesso restrito ao recurso em diversas localidades do interior e da capital do Estado.

[1] Especializando em Desenvolvimento Sustentável do Semiárido e educação do Campo, Universidade Federal do Ceará, Assessor Técnico de ATER ONG CACTUS. Fone: (88) 9913-7471. E-mail: raimundojackson@hotmail.com
[2] Tecnóloga em Irrigação e Drenagem, IFCE – Campus Iguatu
[3] Tecnóloga em Artes Cênicas, IFCE – Campus Fortaleza
[4] Graduanda em Tecnologia de Alimentos – FATEC – Sertão Central
[5] Graduando em Ciências Contábeis – UVA – Unidade Descentralizada de Canindé

Esta disponibilidade é ainda condicionada pela pouca capacidade de armazenamento do solo cearense, situado na sua grande parte, sobre o embasamento cristalino. Como o terreno cristalino não favorece o armazenamento de subsolo, a alternativa adotada para reservação vem sendo a açudagem.

A água armazenada nos reservatórios, por sua vez, vem sendo ameaçada pelo mau uso por parte da população e ausência de saneamento básico (esgotamento sanitário, destino adequado do lixo), o que contribui para a poluição e perda de sua qualidade.

Além dos problemas de qualidade nota-se ainda uma perda considerável na sua distribuição, tanto pelo desperdício quanto pelo furto através de ligações clandestinas. A ausência de dados consolidados gera lacunas que dificultam o real conhecimento da situação.

Nas águas superficiais constata-se, de um lado que, para melhor distribuição espacial da água, é necessária a continuidade do programa de interligações de bacias. Por outro lado, não se utiliza a infraestrutura existente para o reabastecimento de lagoas e outros mananciais. Não bastasse isso há, na maioria dos açudes públicos, um baixo aproveitamento da água, com pouca utilização dos recursos hídricos a montante, bem como de seu espelho de água.

Nestes reservatórios vem crescendo o assoreamento de suas bacias hidráulicas devido ao desmatamento e à falta de programas de recuperação de matas ciliares dos tributários e do entorno dos mesmos.

Por sua vez, as águas aportadas através do Canal do Trabalhador não estão sendo aproveitadas em toda a sua potencialidade para o pequeno produtor.

A política de águas teve seu nascimento associado à escassez quantitativa dos recursos hídricos. A proposta inicial de solução dessa deficiência foi a construção de infraestrutura de armazenamento de água, materializada no programa de açudagem, iniciado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que possibilitou a transferência de água no tempo da estação úmida para a estação seca e de anos úmidos para anos secos.

É com esses desafios que a Assistência Técnica e Extensão Rural – ATER vem desenvolvendo o seu trabalho na zona rural, principalmente nos assentamentos de reforma agrária, visando sensibilizar as famílias sobre o uso correto da água, evitando o seu desperdício e contaminação.

A ONG CACTUS foi fundada em 18 de maio de 2003 em Santa Quitéria - CE, é uma entidade sem fins econômicos, constituída por profissionais de formação e competência em diversas áreas do conhecimento humano, agropecuário e ambiental. Com o quadro de sócios existente e outros profissionais contratados permite uma dinâmica de atuação e articulação com as mais diversas categorias de profissionais e entidades governamentais e não governamentais. Em sua articulação com outros profissionais e entidades, se mantém os princípios da ética e consonância nas ações desenvolvidas pelos Movimentos Sociais e Sindicais, com vistas ao fortalecimento das políticas públicas desenvolvidas pelo poder publico nos Territórios da Cidadania. A mesma presta serviços de ATER no município de Canindé desde o ano de 2008, em 39 assentamentos federais e estaduais reconhecidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA e possui um quadro de profissionais de 20 técnicos nas diversas áreas: ambiental, social, produtiva e cultural.

O Município de Canindé pertence a macro-região Sertões de Canindé (Boa Viagem, Madalena, Itatira, Paramoti, Caridade, e Canindé), está a 120 km da Capital cearense (Fortaleza). Segundo o IBGE, possui uma população de 78.878 habitantes, na qual 39,91% reside na zona rural e 60,09% reside na zona urbana, se tornando um município, possui uma área de 3.205,4 km², sendo assim o maior município da macro-região, conforme a lei 7.829/89 que define os critérios fundamentais para está inserido na região do semiárido, estabelece que o município se encontra inserida na região semiárida.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram aplicados 80 questionários com objetivo de avaliar o uso dos recursos hídricos, forma de armazenamento, captação, importância dada aos recursos hídricos, entendimento das políticas de convivência

com o semiárido, avanços e limitações da gestão hídrica. Em julho de 2011, em alguns assentamentos assistidos pela entidade ONG CACTUS no município de Canindé do estado do Ceará, e durante 10 meses foi feita um acompanhamento da execução do serviço de ATER na área de gestão em recursos hídricos. Após esse acompanhamento foi reaplicado os questionários às mesmas famílias, e avaliado o desempenho em relação à conversação / gestão dos recursos hídricos. Durante esse período de acompanhamento, foram realizadas cinco reuniões em cada assentamento, visando esclarecer, discutir e sensibilizar a importância dos recursos hídricos. Para avaliação final, foi realizada uma reunião com as famílias no intuito de validar as informações obtidas, onde na qual se avaliou a importância do armazenamento de água, metodologia usada pela equipe de ATER, interatividade interdisciplinar das áreas de atuação, princípios das políticas de convivência com o semiárido, bem como os serviços prestados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante das avaliações e serviços prestados, pode-se identificar que 95% das famílias compreendem a importância de armazenar os recursos hídricos, bem como manter a higiene do bem natural, a fim de evitar contaminação que pode causar doenças ou perda total do recurso hídrico.

Em relação à metodologia utilizada pela equipe técnica, 90% afirmaram que foi muito importante, haja vista que foi utilizada diálogo, vídeos, cartazes e dias de campo, e essas técnicas fortalecerem a troca de aprendizagem entre os assentados e a equipe técnica.

No que se refere à prestação de serviço interdisciplinar, que é a produtiva, cultual, social e ambiental, voltada para sensibilizar sobre a necessidade de gerir os recursos hídricos da propriedade, 100% afirmaram que foi muito importante, haja vista que esta metodologia tem focado a participação integral da família, e que a capacitação não é unilateral, e sim coletiva.

Na preservação e economia dos recursos hídricos, 97% das famílias afirmaram que com a ATER executada pela ONG CACTUS, as mesmas estão conseguindo economizar água, em virtude da preocupação com o meio ambiente e a conservação do bem natural.

Fonte: Arquivo ONG CACTUS

Figura 1. Oficina de Capacitação em Gestão de Recursos Hídricos por meio da música

Sobre os princípios das politicas públicas de convivência com o semiárido, 60% das famílias afirmam que é o acesso a água potável, 30% acreditam que seja a participação da mulher e 20% acreditam é a dignidade humana, haja visto que os mesmo não serão submisso a outras pessoas por causa dos recursos hídricos.

Como politica pública de ATER, 80% das famílias deseja que a capacitação sobre gestão em recursos hídricos seja contínua, visando à ampliação do debate para recursos hídricos de maiores volumes de água.

No que se refere aos profissionais que executaram os serviços, 100% das famílias afirmaram que eles atenderam as expectativas, tanto na forma metodológica de transmissão de conteúdos, como no apoio familiar produtivo, social, cultural e ambiental.

Quanto a captação de água 96% das famílias retiram água com bomba manual, porém, antes do trabalho realizado, apenas 15% retiravam água com a bomba. Isso fortalece a preservação, e evita o desperdício de água durante a retirada da mesma.

Na utilização da água das cisternas, 70% das famílias utilizavam água para o consumo humano, abastecimento animal e vegetal, após os 10 meses de trabalho/capacitação, 100% das famílias utilizam água somente para o consumo humano, o que agora garante água para o ano inteiro sem a necessidade do uso de carro pipa, ou outra fonte de abastecimento que não seja da chuva.

CONCLUSÕES

Diante da avaliação do serviço publico de ATER executado, percebe-se a importância diante da gestão dos recursos hídricos, haja vista que as famílias possuem as cisternas para armazenamento de água, porém em sua maioria não sabem conservar ou gerir os recursos hídricos disponíveis. A ATER é um meio de troca de experiências, onde na qual o saber popular e o cientifico se somam por uma melhoria na qualidade de vida no campo. Por meio deste trabalho metodológico realizado foi possível mudar os hábitos que prejudicavam a gestão dos recursos hídricos, bem com a preservação da água. Isso demostra a importância da assistência técnica e extensão rural como facilitadora no processo de gestão dos recursos hídricos, onde na qual foi possível sensibilizar as famílias sobre a importância da conservação / preservação da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Articulação do Semiárido / ASA. **Programa de Formação e Mobilização Social Um Milhão De Cisternas Rurais: Resultados.**<ehttp://www.asabrasil.org.br.> Acessado Em Janeiro/2012.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 1 de 09 de março de 2005. Ministério da Integração Nacional/ Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. Nova delimitação do semiárido brasileiro. Brasília, DF 2005, 35 páginas.

ENGELS, F. A origem da família, da propriedade privada e do estado. In Obras Escolhidas Marx e Engels. V.3 1963. p. 7-143.

FISCHER, I. R. (in Branco – Org.) A família rural da seca. Recife: FUNDAJ, 1998.

FREIRE, P. Educação como prática para a liberdade. 26 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística / **IBGE. CENSOS DEMOGRÁFICOS**.<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default HYPERLINK "http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default%20shtm"shtm> Acessado em fevereiro / 2012.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

AVALIAÇÃO CONCEITUAL DO PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS NA COMUNIDADE DE LAGES – QUIXERAMOBIM

Juliette Macena de Souza[1], Raimundo Jackson Nogueira da Silva[2], Kamille Araújo Duarte[3], Cleiviane Marques Vasconcelos[4] & Jardênia Mayara da Silva Nogueira[5]

Resumo: O Estado do Ceará não se mostra abundante na disponibilidade de recursos hídricos, dessa forma as cisternas tem sido uma excelente solução para a captação e armazenamento de água das chuvas, onde a mesma será utilizada pelas famílias no período de estiagem. O objetivo do presente trabalho é demonstrar como projetos sociais advindos de políticas públicas, são capazes de transformar e melhorar significativamente as condições de vida no campo. O trabalho foi realizado em dezembro de 2009 na comunidade de Lages em Quixeramobim-CE. Para realização desse estudo aplicou-se um questionário a 29 famílias beneficiadas do projeto na comunidade, o que representa 100% dos beneficiários. Os resultados mostram que 83% das famílias consideram o programa muito importante e 76% afirmam que a qualidade de vida melhorou. O trabalho mostra a seriedade e eficiência do programa P1MC, onde o mesmo busca melhorias para as comunidades rurais.

Palavras-chave: P1MC, cisternas, avaliação, semiárido, Quixeramobim

INTRODUÇÃO

O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) é um projeto do Governo Federal, especificamente do Programa Fome Zero, do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome, que visa, entre outras estratégias, à construção de cisternas na região do semiárido brasileiro de forma a atender as necessidades hídricas para uma família.

Iniciado em julho de 2003, o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-Árido: um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) vem desencadeando um movimento de articulação e de convivência sustentável com o ecossistema do Semi-Árido, através do fortalecimento da sociedade civil, da mobilização, envolvimento e capacitação das famílias, com uma proposta de educação processual. O objetivo do P1MC é beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas em toda região semiárida, com água potável para beber e cozinha, através da construção de cisternas de placas com capacidade de armazenamento de água de 16.000 m³ em localidades rurais do semiárido. Cada cisterna custa, em média, R$ 1.500,00 (material, agentes, treinamento etc.), mas esse valor deverá diminuir com o tempo. O custo final do projeto é calculado em R$ 1 bilhão.

O principal problema da região Nordeste não é a seca e sim a falta de projetos e políticas sociais que visem à convivência com o semiárido. A seca é um fenômeno natural, não se pode ir contra os fenômenos naturais, mas, se podem construir políticas que visem à convivência com esses problemas.

Para Demo (2006) não é a seca que produz a pobreza, mas a "indústria da seca". A falta de chuva por si é uma condição natural, não é um problema social. Para o autor, a pobreza não está associada somente à fome e a privação de bens materiais, apesar de esses indicadores serem mais visíveis. Está também na humilhação, subserviência, degradação humana e na segregação que transforma a pobreza em um produto da sociedade, cujo contexto na história leva a população vulnerável a esse estado, com a reprodução da condição de não acesso às "vantagens e oportunidades sociais" vindo a configurar ou a reforçar as desigualdades.

[1] Graduada em Tecnologia de Irrigação e Drenagem, IFCE – Campus Iguatu, Tel: (88) 99299826, E-mail: juliette-souza@hotmail.com
[2] Especializando em Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, UFC
[3] Graduada em Tecnologia de Irrigação e Drenagem, IFCE – Campus Iguatu
[4] Tecnóloga em Artes Cênicas, IFCE – Campus Fortaleza
[5] Graduanda em Tecnologia de Alimentos – FATEC – Sertão Central

Portanto o objetivo do presente trabalho é mostrar como projetos sociais advindos de políticas públicas, são capazes de transformar e melhorar significativamente as condições de vida no campo. E que também é de extrema importância que as famílias beneficiadas se encontrem a par do projeto em que estão inseridas, pois dessa forma os resultados esperados serão os melhores possíveis.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na comunidade de Lages no Município de Quixeramobim (latitude: 5º12 S, longitude 39º17 O e altitude: 315 m) na região do Sertão Central do Estado do Ceará, situada a 54 km de distância da sede do município.

Para a obtenção dos dados, foi aplicado no mês de dezembro do ano de 2009, um questionário para 29 famílias beneficiadas do projeto na comunidade, com objetivo de identificar como as famílias avaliam o programa: pontos positivos e negativos, reais objetivos do programa e identificação do mesmo pelos beneficiários, bem como a importância dada ao programa considerando a melhoria de vida das famílias.

Além da pesquisa utilizada, foi necessário uma trena, com 20 metros de comprimento, para a medição das áreas de captação (Ac), uma lanterna para vistoriar a parte interna das cisternas para análise de rachaduras existentes nas mesmas.

Os dados obtidos foram transformados em percentual, de forma a obter um resultado no qual fosse possível se fazer uma comparação mais ampla do projeto com demais estudos realizados em outras comunidades por outras instituições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando o grau conhecimento das famílias em relação aos objetivos do P1MC, 55% afirmam que não conhecem nenhum objetivo do programa. Segundo a ASA, é de grande importância que os beneficiários sejam orientados quanto aos principais objetivos que visa o P1MC, que não é somente a construção de cisternas, mas, promover a melhoria de vida no semiárido.

Já 28% sabem que um dos objetivos do programa é a convivência com o semiárido, o beneficiário convive com o período de estiagem, sem a falta de recursos hídricos para o consumo humano, e a água passa a ser um elemento diário na vida do agricultor.

E 14% das famílias acreditam que um dos objetivos do P1MC é a valorização da água, pois a mesma é um bem natural, e que na sua ausência é impossível a existência de seres humanos, animais e vegetais. E quando o programa visa à captação e o armazenamento de água, significa que o beneficiário, tem a responsabilidade de preservá-la, de forma a garantir água de boa qualidade para o seu consumo.

Apenas 3% citaram a promoção da cidadania, esse objetivo é extremamente importante, pois a cisterna elimina a subserviência de que as famílias de zona rural não tinham de onde retirar água para consumo, e que muitas vezes eram obrigadas a prestarem serviços aos "donos de açudes" para a retirada de água.

O Programa Um milhão de Cisternas, que visa à construção de cisternas no semiárido brasileiro, tem uma grande aceitação entre os seus beneficiários, ou seja, na pesquisa realizada (Figura 02) na comunidade de Lages- Quixeramobim, 17% consideram o programa importante e 83% consideram muito importante. O P1MC é um projeto valorizado no semiárido, não pelo motivo de apenas a construção de cisternas, mas, o principal motivo é que fortalecer e demonstrar que é possível viver e conviver no semiárido, mesmo com os problemas relacionados às questões pluviométricas. Estabelecer projeto de políticas públicas como o P1MC e outros projetos, fortalece a família e a agricultura.

Quando os projetos de convivência com o semiárido são implantados, evitam o êxodo rural e a dispersão da família, em que muitas vezes deixam o seu local de moradia (que é a zona rural), para tentar a vida nas

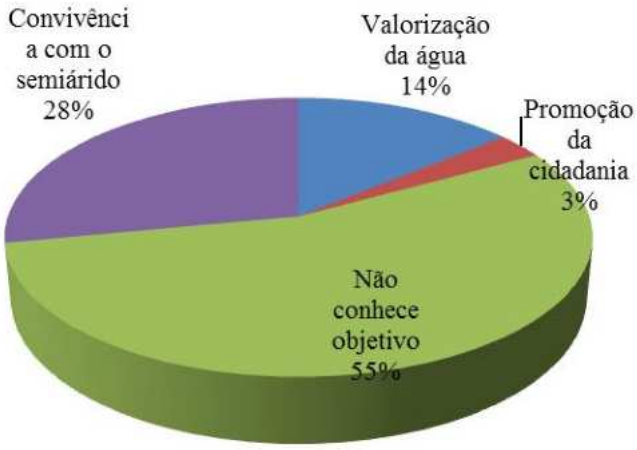


Figura 1. Objetivos do P1MC que a família conhece

grandes cidades não se encontrando preparados para conviver com os grandes problemas sociais, e que muitas vezes acabam contribuindo para o "inchaço" das grandes cidades. As políticas de convivência com o semiárido fazem com que a família permaneça no seu local, na sua comunidade, demonstrando que é possível viver no semiárido.

As políticas do Semiárido contribuem fortemente para a agricultura familiar, por meio da instalação de recursos capazes de armazenar água, os agricultores podem fazer as suas hortas e seus quintais produtivos, onde grande parte desses alimentos vai para o consumo familiar, e a outra parte é vendida o que acaba gerando lucro para família.

Esse processo de consolidação de família e agricultura é o que promove as políticas publicas no Semiárido, e a permanência e a sobrevivência da família no campo, superando as dificuldades existentes. É por isso que o P1MC é considerado muito importante, porque contribui fortemente para superar os problemas encontrados no campo durante o período de estiagem.

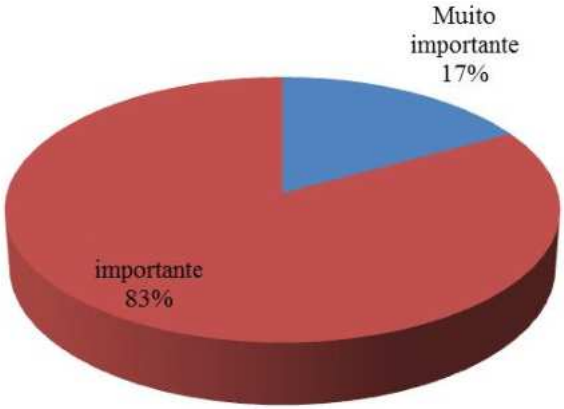


Figura 2. Como é avaliado o P1MC

Das famílias entrevistadas do P1MC da comunidade de Lages 76% (Figura 03) consideram que a qualidade de vida das pessoas melhorou, porque a cisterna leva autonomia para o agricultor, evita a subserviência. Pois tinham que prestar favor para conseguirem água de açudes "particulares". A cisterna leva autonomia para o beneficiário, porque a mesma é própria, o agricultor é dono.

Já 24% das famílias não souberam informar se a qualidade de vida melhorou com o uso das cisternas, mas, é importante ressaltar que a grande maioria confirma a importância da água e de suas técnicas de captação e armazenamento.

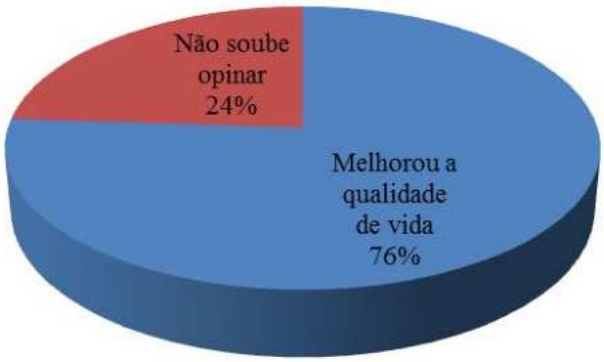


Figura 3. A qualidade de vida melhorou com o uso das cisternas?

Avaliando o uso das cisternas (Figura 04), 97% das famílias afirmam que estão satisfeitas pela captação e armazenamento de água. Possuir um reservatório próximo a residência para abastecimento é de fundamental importância. A qualidade de armazenamento pode ser um fator que atribui a sua importância, onde a qual consegue armazenar 16.000 m³ de água, o que garante o abastecimento durante o período de estiagem.

Segundo Xavier (2006), em estudo realizado na Universidade Federal de Pernambuco, no Centro de Ciências Biológicas, no Curso de Biomedicina, o mesmo fez um estudo sobre a ocorrência de contaminação por bactérias e por protozoários patogênicos intestinais em água de consumo nas comunidades rurais do município de Tuparetama – PE e comprovou que a água das cisternas em termos de contaminação biológica possui qualidade superior do que as águas armazenadas em potes. Das 66 amostras de água retiradas das cisternas e potes, apenas 26% das cisternas apresentaram coliformes totais e *E.coli*, enquanto os potes apresentaram 43%. Somente nos coliformes totais as cisternas apresentaram 60% e os potes apresentaram 51%. Já na ausência de contaminação as cisternas apresentaram 14%, e os potes apresentaram apenas 6% de ausência de contaminação. Isso comprova que a qualidade de água das cisternas, desde que armazenada corretamente é superior as águas retiradas de açudes e armazenadas em potes.

A qualidade de água das cisternas é melhor do que as dos açudes (que são barrentas) diminuem o risco de doenças e o uso das cisternas aumenta a praticidade, podendo ser utilizada também por mulheres que retiram a água da mesma sem grandes esforços.

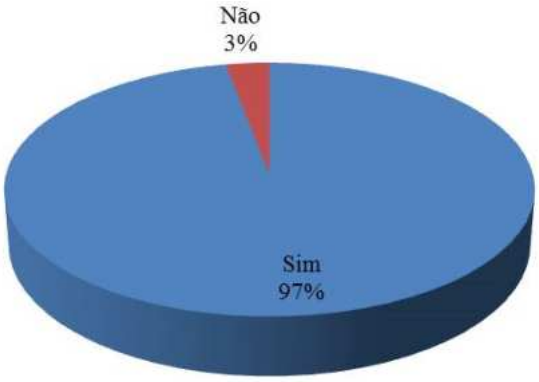


Figura 4. Satisfação das famílias com o uso das cisternas

CONCLUSÃO

Conclui-se que o Programa Um Milhão de Cisterna tem uma importância social significante para as famílias beneficiadas, pois estas conseguem conviver com o semiárido, evitando o desperdício de água, bem como promovendo à cidadania e o direito de acesso a água potável.

É perceptível a melhoria de vida das famílias no quesito de saúde, onde na qual foi reduzida drasticamente em virtude da água de boa qualidade, diminuição do êxodo rural, bem como a conservação e valorização dos recursos hídricos.

O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), tem uma importância significativa para as famílias do semiárido. Pois o mesmo tem mostrado através de resultados reais que a qualidade de vida das mesmas melhorou.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Articulação do Semiárido / Asa. **Programa de Formação e Mobilização Social Um Milhão de Cisternas Rurais: Resultados.**<wttp://www.asabrasil.org.br.> Acessado Em Janeiro/2010.

DEMO, Pedro. POBREZA POLÍTICA, A POBREZA MAIS INTENSA DA POBREZA BRASILEIRA. Campinas, SP, Armazém do Ipê Autores Associados, 2006, 133 páginas.

Duque, Ghislaine. **Conviver Com A Seca – Contribuições Da Articulação Do Semiárido (Asa), Apropriação e Reapropriação Da Natureza.** Revista Desenvolvimento E Meio Ambiente, N. 17, P. 133-140, Jan./Jun. 2008. Editora Ufpr Centro Politécnico, Curitiba, Pr, 2008.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DO PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS NA COMUNIDADE DE LAGES – QUIXERAMOBIM

Juliette Macena de Souza[1], Raimundo Jackson Nogueira da Silva[2], Kamille Araújo Duarte[3], Francisco Nillo de Freitas Barros Xerez[4] & Jardênia Mayara da Silva Nogueira[5]

Resumo: A disponibilidade dos recursos hídricos no Estado do Ceará não se mostra em abundância, assim a cisterna tem sido uma das principais formas de armazenamento da água de chuva para o consumo humano, minimizando os efeitos da seca. Este trabalho teve por objetivo avaliar a capacidade de armazenamento de água e as condições reais vivenciadas pelas famílias inseridas no Programa Um Milhão de Cisternas. O trabalho foi realizado em dezembro de 2009 na comunidade de Lages em Quixeramobim-CE. Para realização desse estudo aplicou-se um questionário as 29 famílias da comunidade, o que representa 100% dos beneficiários. Com relação ao volume total de captação das águas das chuvas 79% afirmam que conseguem atingir a capacidade máxima das cisternas. Apesar de o programa ser objetivado para abastecimento humano, 3 % dos entrevistados afirma utilizar a água também para consumo vegetal. O estudo mostra a eficiência e eficácia do projeto P1MC e a importância do mesmo para as famílias.

Palavras-chaves: Cisternas, P1MC, água

INTRODUÇÃO

O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) é um projeto do Governo Federal, especificamente do Programa Fome Zero do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome, que visa à construção de cisternas na região do semiárido brasileiro de forma a atender as necessidades hídricas para uma família.

Mesmo sendo um projeto do governo Federal o Projeto de Cisternas não foi uma iniciativa do governo, mas da sociedade civil organizada. Ele foi concebido pela Articulação no Semi-Árido (ASA), uma união de 700 instituições não governamentais, criada em 1999. O primeiro parceiro da ASA a fornecer o dinheiro para a construção de cisternas foi a Federação Brasileira de Bancos, a FEBRABAN e as primeiras cisternas foram feitas em 2000. A partir de então, novos parceiros foram surgindo.

O fenômeno natural da seca, dramatizada por períodos de estiagem a que ocorrem há cuja ocorrência já tem séculos, torna os sistemas produtivos vulneráveis. Mesmo assim, o período chuvoso desta região permite a utilização de diferentes alternativas tecnológicas desenvolvidas e/ou adaptadas às condições do Semiárido brasileiro, entre as quais as cisternas rurais, uma das principais formas de abastecimento da população, por meio da captação e armazenamento da água da chuva. O objetivo é suprir a deficiência de água para diferentes usos no meio rural, seja para o consumo humano, animal e para a produção agrícola, que pode aumentar a disponibilidade e melhorar a qualidade das águas utilizadas pelos agricultores (LOPES, 2003).

O abastecimento de água por meio dessas cisternas tem um impacto social muito significativo, pois em regiões em que a pluviosidade anual não ultrapassa a 800 mm/ano, a população residente nessas localidades de abrangência, além de conviver com o problema da seca, da falta de recursos hídricos, sofriam ainda com a humilhação, a subserviência e a degradação humana imposta durante anos pela falta desses recursos.

O presente trabalho visa o estudo da capacidade de armazenamento de água do Programa Um milhão de Cisternas, do Governo Federal, buscando através do mesmo avaliar as condições reais vivenciadas pelas famílias inseridas no projeto.

[1] Graduada em Tecnologia de Irrigação e Drenagem, IFCE – Campus Iguatu, Tel: (88) 99299826, E-mail: juliette-souza@hotmail.com
[2] Especializando em Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, UFC
[3] Graduada em Tecnologia de Irrigação e Drenagem, IFCE – Campus Iguatu
[4] Graduado em Tecnologia de Irrigação e Drenagem, IFCE – Campus Iguatu
[5] Graduanda em Tecnologia de Alimentos – FATEC – Sertão Central

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na comunidade de Lages no Município de Quixeramobim (latitude: 5º12 S, longitude 39º17 O e altitude: 315 m) na região do Sertão Central do Estado do Ceará.

Para a obtenção dos dados, foi aplicado no mês de dezembro do ano de 2009, um questionário para 29 famílias beneficiadas do projeto na comunidade, o que representa 100% dos beneficiários.

Além da pesquisa utilizada, foi necessário uma trena, com 20 metros de comprimento, para a medição das áreas de captação (Ac), uma lanterna para vistoriar a parte interna das cisternas para análise de rachaduras existentes nas mesmas.

Os dados obtidos foram transformados em percentual, de forma a obter um resultado no qual fosse possível se fazer uma comparação mais ampla do projeto com demais estudos realizados em outras comunidades por outras instituições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa (Figura 01) aponta que 86% da população beneficiada com o programa, afirma que o aproveitamento da água da chuva é muito importante, e 14% considera importante, para ressaltar a grande seriedade do programa P1MC, já que no total de 100% dos beneficiários destacaram a importância do projeto.

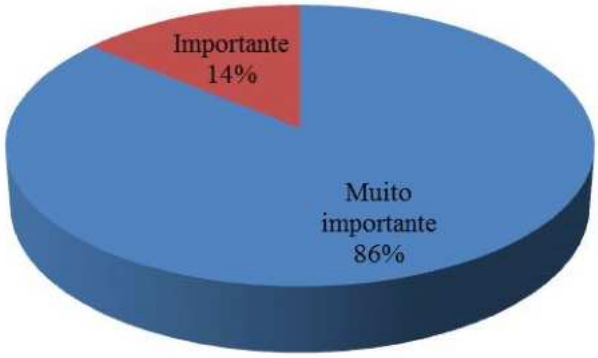


Figura 1. Grau de importância conferida ao aproveitamento de água das chuvas na comunidade de Lages – Quixeramobim - CE

Esse fator pode ser atribuído ao grande sofrimento que existia não só na comunidade, mas, em grande parte do semiárido, que era a falta de água para o consumo humano, vegetal e animal.

O beneficiário ressalta a importância do projeto, levando em consideração vários fatores, destacando-se dois: o primeiro fator é a capitação e o armazenamento de água com a cisterna, a água das chuvas não irá se desperdiçar por meio da infiltração e escorrimento para rios, lagos e oceanos. O outro fator é a praticidade da cisterna, que é um reservatório próximo de sua propriedade, em que na qual a própria mulher pode retirar a água sem nenhum problema e sem grande esforço físico.

O aproveitamento da água é de enorme valor, pois é principalmente utilizada para o abastecimento humano, ou seja, consumo próprio.

Na comunidade de Lages, uma grande parte (Figura 02), que representa 79% das cisternas, consegue encher com as águas das chuvas, isso ressalta a valia do projeto e que o mesmo realmente está funcionando em relação à quantidade de chuvas e capitação de água.

Porém, 17% afirmam que somente às vezes as cisternas enchem, vale ressaltar que as mesmas podem não encher por problemas de capitação, como por exemplo; má colocação da bica ou uma inadequada da instalação da tubulação de canos, esses pequenos problemas podem interferir no resultado de capitação da água. Já

apenas 4% das famílias afirmam que elas não enchem, esse fato não pode ser relacionado às chuvas, visto que uma grande maioria consegue encher, esse problema pode ser atribuído a um importante fator que é a área de capitação (AC) telhado, podemos levar em consideração que o tamanho dessas áreas pode ser pequeno, e que não consegue captar das chuvas água suficiente para encher essas cisternas.

Em algumas regiões do semiárido brasileira não ultrapassa em média 800 mm/ano, no município de Quixeramobim no ano de 2007, 2008, 2009 e 2010 a pluviosidade foi respectivamente de 503,0; 705,3; 1.107,5 e 706,4 mm (FUNCEME), a pluviosidade mínima para encher suficientemente a cisterna segundo a Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN) é 200 mm, isso é suficiente para o abastecimento de uma família de cinco pessoas, também segundo a FEBRABAN a pluviosidade no semiárido é maior do que a de Berlim ou Paris, o que significa que o problema do semi-árido não é a seca, e sim os problemas de má distribuição física e temporal, e que o mesmo possui um alto índice de evaporação devido às características climáticas da região.

Figura 2. Quantidade de cisternas que enchem com as águas das chuvas

Como demonstra a Figura 03, o P1MC pode minimizar os problemas ocasionados pela seca, que é a falta de abastecimento de água para as famílias, água de boa qualidade e próximo às residências.

As cisternas não são a solução para acabar com os problemas ocasionados pela seca, porém, as mesmas podem reduzir os impactos causados por esse fenômeno natural. A água é essencial para a vida do ser humano, vegetal e animal, esse bem é fundamental para toda e qualquer vida existente no planeta.

Durante a seca sem as cisternas os agricultores levam em média uma hora para encontrar água para o consumo e uso pessoal, porém, vale ressaltar que essas águas, são disputadas também por animais, o que acaba poluindo as mesmas e aumentando o risco de doenças nas pessoas que a utilizam.

Figura 3. O P1MC pode minimizar o problema da seca?

Durante o período de estiagem, em caso de cisternas, a mesma assegura a água por um período de aproximadamente oito meses, com base em uma família de cinco pessoas, desde que essa água seja utilizada de modo correto.

É isso que afirma 90% dos beneficiários entrevistados, que o P1MC não reduz à seca, e sim minimiza os problemas causados por ela, que é a falta de água de boa qualidade e conseqüentemente as doenças.

A pesquisa realizada, (Figura 04) demonstra que quase todos da comunidade são cientes que a água não deve ser utilizada para abastecimento vegetal e animal, pois sabem da grande importância desse recurso hídrico e que a única função da cisterna do P1MC é para abastecimento humano. Porém uma pequena parte de apenas 3% afirma que usam a água para abastecimento vegetal, e que utilizam em média um volume de 30 litros/dia. Esse volume parece pequeno, porém por mês levando em consideração um mês de trinta dias, será um déficit de 900 litros, e considerando que o período chuvoso do ano se concentra em apenas quatro meses (região do semiárido), e restam oito de estiagem e que essas famílias utilizam em média 900 litros/dia, isso trará um déficit de 7.200 litros durante os oito meses de estiagem.

Figura 4. Quantidade de famílias que utilizam a água para a produção vegetal

Porém vale ressaltar que nenhum beneficiado do P1MC na localidade de Lages, utiliza a água para abastecimento animal, o que é de grande importância, ao se levar em conta o aspecto de que essa água deve ser utilizada apenas para abastecimento humano.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), é de extrema importância para as famílias residentes no semiárido, e na comunidade de Lages, no município de Quixeramobim – CE, sendo capaz de transformar o modo de vida das pessoas, trazendo melhorias para a população. Pois o mesmo mostra segundo o estudo a eficiência e eficácia do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Articulação do Semiárido / Asa. Programa de Formação e Mobilização Social Um Milhão de Cisternas Rurais: Resultados.<wttp://www.asabrasil.org.br.> Acessado Em Janeiro/2012.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos / FUNCEME. POSTOS PLUVIOMÉTRICOS.<http://www.funceme.br/index.php/areas/rede-demonitoramento/postos-pluviometricos>. Acessado em fevereiro / 2011.

LOPES, P. R. C. Alternativas de manejo de solo e água para o semi-árido brasileiro. www.comciencia.br/reportagens. Consultado em 10 de janeiro de 2009.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA IN SITU + BARRAGEM DE SALVAÇÃO: BINÔMIO INDISPENSÁVEL PARA GARANTIA DE SAFRA NO SEMIÁRIDO

Antonio Cabral Cavalcanti[1], José Coelho de Araújo Filho[2] & Maria Sonia Lopes da Silva[2]

Resumo: A concepção deste projeto procura enfatizar que, nas severas condições climáticas da zona semiárida, por certo, a única condição viável de obtenção de uma safra agrícola, sem os fatais riscos de perda de safra, especialmente devido aos prolongados veranicos, é através da combinação de duas técnicas: captação de chuva *in situ* associada à irrigação de salvação. Para tanto, o projeto destaca que todo o processo deve ocorrer ao nível comunitário, usando-se a construção açudes de pequenos a médios portes. E ainda que, para alcançar todo objetivo de sustentação de várias famílias, as práticas agrícolas devem ocorrer em solos classificados como terras agricultáveis, previamente selecionados, juntamente com os locais para construção de barragens.

Palavras-chaves: captação de água de chuva, agricultura com captação *in situ*, irrigação de salvação.

INTRODUÇÃO

Este projeto está destinado às áreas com solos agricultáveis da zona semiárida de caráter acentuado (sertão nordestino), onde não se disponha de água para irrigação sistemática, e onde a tentativa de se praticar agricultura dependente de chuva (lavoura de sequeiro) se torna de altíssimo risco, com 80% de probabilidade de perda de safra. Isso, devido, além das irregularidades das chuvas, especialmente, aos veranicos prolongados na estação chuvosa. Esta concepção procura demonstrar que nessas severas condições climáticas, certamente, a única condição viável garantia de obtenção de uma safra agrícola é através da combinação de duas técnicas: de captação de chuva *in situ* associada à irrigação de salvação. Para tanto, torna-se necessária a construção açudes de pequenos a médios portes, que estejam situados em locais estratégicos, com alcance para condução da água para os campos agrícolas em solos agricultáveis; os quais devem ter potencial agroecológico que possibilite o sustento de, pelo menos, seis famílias rurais. A etapa inicial do trabalho é o levantamento pedológico para definição e seleção das terras agricultáveis e, simultaneamente, a localização dos possíveis pontos para construção do(s) reservatório(s) com capacidade para armazenar cerca de 50.000 a 100.000m^3 de água. Desde a preparação do terreno, já deve estar de acordo com as técnicas de captação de água de chuva *in situ*. Um sistema de bombeamento deve ser implantado para possibilitar a distribuição de água nos sulcos durante os veranicos prolongados. Esse procedimento, além de assegurar uma renda familiar de mais de R$20.000,00 por ano, deverá agregar a disponibilidade de água para uso humano e animal.

MATERIAL E MÉTODOS (FUNDAMENTOS)

No tocante à disponibilidade e gestão dos recursos hídricos na zona semiárida, pode-se afirmar, com toda convicção, que todo procedimento deve estar direcionado para a **captação de água de chuva** e que uma consciência coletiva permanente deve ser estabelecida, como **condição indispensáve**l, em termos de **ações preventivas para convivência com a seca**. Isto porque, nessas áreas é muito limitada a presença e disponibilidade de água de nascentes ou de rios perenes e de água subterrânea de qualidade; com exceções para situações especiais, como os terraços fluviais e as chapadas baixas, além de partes úmidas de grandes chapadas (Cavalcanti, 2010).

[1] Pesquisador Autônomo, ex-Embrapa Solos-UEP Recife, cabral@uep.cnps.embrapa.br
[2] Pesquisador Embrapa Solos-UEP Recife

Assim sendo, todo esforço deve ser despendido para armazenamento de água durante o período chuvoso em todas as suas formas possíveis de captação, através de construções e técnicas disponíveis, entre as quais: sistemas de barragens sucessivas para perenização de rios; construção de pequenos e médios açudes; barragens subterrâneas; barragens de contenção; cisternas rurais e implúvios; emprego de dessalinizadores. Todo esse procedimento deve estar aliado ao uso e manejo da água e solo, o mais racional possível, juntamente com qualquer método que possibilite maior permanência de umidade no local de utilização, tais como: captação de água de chuva *in situ*; irrigação de salvação ao nível comunitário; emprego de cobertura "morta" contra insolação.

Em diversos locais a disponibilidade da água, tanto para uso humano ou animal, deve consistir em águas contidas em açudes de menor ou de maior capacidade (Fig. 1), conforme recomendações apresentadas por Molle e Cardier (1992). Não sendo assim, corre-se o risco de se deparar ao triste cenário de utilização de águas residuais de má qualidade (Fig. 2). A construção de açudes deve contemplar posições de encostas formando amplas superfícies de escoamento que possibilitem uma melhor captação e acumulação de água de boa qualidade, com vistas ao seu uso múltiplo.

Figuras 1 e 2. Paisagem de um açude, bem posicionado num vale com opções de uso múltiplo da água (a, esq.). Situação contrastante: coleta de água em um pequeno açude com água residual de má qualidade (à dir.)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A captação de água de chuva para agricultura é o ponto central enfocado por este projeto, que acredita que a única forma possível para a agricultura dependente de chuva (lavoura de sequeiro) garantir pelo menos uma safra agrícola, é a combinação da técnica de captação de água de chuva *in situ* acoplada à irrigação de salvação por meio de barragens de pequeno e médio porte. Isso porque, o maior problema dessa prática agrícola está ligado aos veranicos, de forma mais grave na zona do semiárido acentuado (sertão nordestino), fazendo com que a agricultura se torne de altíssimo risco, com cerca de 80% de probabilidade de perda. A expectativa de chuva nessas áreas é de 400 a 600 mm, de dezembro a abril; para uma temperatura média diária entre 25-35ºC e evapotranspiração potencial em torno de 6 a 7 mm/dia. Portanto, torna-se indispensável que sejam utilizados todos procedimentos para uma maior permanência da umidade do solo, ou mesmo, que possibilitem molhar as plantas nos veranicos; garantindo, pelo menos, uma lavoura por ano na estação chuvosa.

Além das técnicas de captação de água de chuva, que devem ser direcionadas conforme os tipos de solo e situação ambiental, deve-se estimular ao produtor e ao mercado consumidor, para a produção de culturas mais tolerantes à seca,

tais como o sorgo, a mamona, a mandioca, o algodão, culturas forrageiras, além de pastagens adaptadas (Cavalcanti, 2010). Neste trabalho serão discutidos os procedimentos de captação in situ e barragem de salvação.

Captação de água de chuva *in situ*

Este é uma metodologia à qual se deve dar ênfase como uma das técnicas de aproveitamento imediato das chuvas, com preservação da umidade do solo durante o ciclo da lavoura. Trata-se de uma técnica apropriada, e indispensável, para solos agricultáveis que permitem armazenar água ao longo do perfil ou na parte subsuperficial. Essa água armazenada deve garantir a sua utilização pela planta, especialmente no período de veranico.

Verificam-se, como solos melhor adaptados à seca, pela sua capacidade de armazenamento subsuperficial de água: Argissolos com adensamento subsuperficial (plínticos ou com fragipãs), Argissolos endoplânicos, e Planossolos espesso arênicos. Tais solos permitem armazenar água na parte subsuperficial, formando uma "caixa d'água" que preserva a umidade do solo no período de veranico, garantindo assim a possibilidade da safra, para o agricultor. Também os Argissolos pedregosos (concrecionários ou não) apresentam boa capacidade de armazenamento de água retida nas conchas dos cascalhos e calhaus.

Em linhas gerais, a captação de água e chuva *in situ* consiste em se recolher e represar a água da chuva diretamente no solo, armazenando-a, através da elaboração de sulcos, para permitir uma maior manutenção da umidade de campo para uso direto pelas plantas (Figs. 3 e 4).

Figuras 3 e 4. Demonstração de um campo de produção agrícola *in situ* (à esq.) Exuberante produção de milho e feijão (à dir.). Ambos com emprego da técnica de captação de água de chuva (Silva *et al*, 1989)

Essa é uma técnica desenvolvida pela EMBRAPA que precisa ser mais difundida e praticada com (Porto *et al*,1983; Duret *et al*,1985; Silva *et al*,1989; Lopes *et al*,1993, 1999; Anjos e Brito, 1999a, 1999b; Anjos *et al*,1997, 2007), entre outros.

Essa é uma técnica desenvolvida por vários pesquisadores da EMBRAPA (Porto *et al*,1983; Duret *et al*,1985; Silva *et al*,1989; Lopes *et al*,1993, 1999; Anjos e Brito, 1999a, 1999b; Anjos *et al*,1997, 2007), entre outros. Verifica-se a necessidade de maior difusão e prática pelas comunidades rurais; e também de maiores avanços nessa prática, inclusive com a definição e seleção dos solos com potencial para receber essa tecnologia, com base em estudos pedológicos, os quais permitirão selecionar e delimitar as terras com características que permitam oferecer aos agricultores a forma mais conveniente de aplicação das técnicas de captação de água de chuva *in situ*, possibilitando a obtenção de uma lavoura com menos riscos de perda de safra.

Irrigação de salvação (ampliada ao nível comunitário)

Fundamentos: Uma grande alternativa – talvez **a única** – para superar o risco de perda de safra, reside na captação e armazenamento em barragens, das águas que caem desde as primeiras chuvas, o que deverá servir

para molhar as plantas durante os veranicos. Essa é uma técnica a ser ampliada da tecnologia conhecida como "barreiros de salvação" (Silva *et al*, 1981; Lopes *et al*, 1998).

Propõe-se que esse procedimento seja mais desenvolvido e ampliado, para uso ao **nível comunitário**. Essa técnica mais avançada partiria da construção de pequenos a médios açudes (ver Fig. 1) em passagens de água com boa superfície de captação, para armazenar cerca de 50.000 a 100.000m^3 de água. Uma condição indispensável é que esses açudes estejam situados em locais estratégicos, com alcance para irrigar as superfícies de terras agricultáveis (campos agrícolas).

Seriam estabelecidos Programas de **Agricultura Familiar**, orientados por entidades governamentais e não governamentais, ao nível e com apoio financeiro dos municípios.

A água armazenada ao longo do período chuvoso deverá servir para irrigação complementar, a qual será distribuída por sulcos preparados na forma do sistema de captação de água de chuva *in situ*. A água deverá ser aplicada, preferencialmente, por bombeamento para os sulcos, com o emprego de moto-bombas, ou por aspersão num formato mais simplificado ou, em última instância, na forma artesanal, com aguadores. O importante é que se tenha garantida safra como o molhamento das plantas, com o que, se estaria "salvando" a plantação durante os veranicos.

Levantamento pedológico para seleção das terras agricultáveis: O trabalho se inicia pela seleção e delimitação cartográfica das terras agricultáveis, através de um levantamento pedológico direcionado para esse fim, o qual estaria focado na formação de campos de produção, e também nos indícios de locais para construção das barragens. De posse desses poderão ser definidas as terras agricultáveis, de acordo com classes Potencial Agroecológiclo, e conforme a ocorrência na área mapeada, desde as terras de potencial Muito Bom, M (classe 1) até as de potencial Temerário ou Restrito, T (classe 4). Classificação essa, com base nos critério em desenvolvimento em projetos da Embrapa Solos – UEP Recife (Cavalcanti e Araújo Filho, 2012).

Terras para suporte de famílias rurais: Pode-se admitir como uma área agricultável favorável para suporte de uma pequena comunidade um módulo de, pelo menos, seis famílias com média de seis pessoas. Para tanto, precisa-se de uma quantidade de terras, conforme suas classes de potencial. Admite-se que, para terras de potencial 1, bastariam três hectares por família, enquanto terras de potencial 2, 3 e 4, necessitariam de 4, 9 e 12 hectares por família, respectivamente. Portanto, pode-se prever uma demanda média da ordem de 20 a 80 hectares para instalação do núcleo para agricultura familiar. Esse quantitativo poderá ser bem maior e suportar um número maior de famílias. Além do mais, pode-se recorrer a um adicional de terras destinadas a pastagem, da ordem de 20 a 50 ha por família, em solos classificados com potencial agroecológico para pastagem.

Construção de barragens. Simulação: Segundo Doorenbos & Pruitt (1997), o consumo de água, ETc (mm) para as culturas do feijão durante o ciclo de 85 a 110 é de 300–600 mm (3.000–6.000 m^3 de água/ha); e do milho, durante o ciclo de 90-150 dias é de 450–800 mm (4.500–8.000 m^3 de água/ha). Transformando-se mm por 10 m^3; pode considerar que, para produção de feijão e milho (em consórcio, uma vez que cada planta ocupa o seu próprio espaço e requerimento de água), por exemplo, considerando-se uma média do valor máximo do milho 4.500m^3 e 6.250 m^3 para a irrigação suplementar equivalente a um terço do valor máximo, seria necessário um volume acumulado em reservatório da ordem de 2.000 m^3/ha. Esse valor multiplicado por 4,0 ha/família x 6 famílias = 48.000 m^3 a serem acumuladas em uma ou mais barragens desde as primeiras chuvas, para serem bombeados para os campos de produção, como garantia de irrigação suplementar durante os veranicos, seriam necessários em torno de 2.000 m^3 de água por hectare para se atender, por exemplo em terras agricultáveis de Bom potencial agroecológico (classe 2).

Considerando-se uma precipitação de apenas 200 mm (0,20m) no período de chuva (dezembro-abril) e um coeficiente de escoamento de 50% (run-of = 0,50), para o abastecimento de uma barragem de 50.000 m^3

haveria necessidade de uma superfície de escoamento (área de drenagem) de 0,5 km^2, ou seja, uma área de 1.000m x 500m (500.000m^2). 500.000m^2 x 0,20 m x 0,5 = 50.000m^3. A construção de duas barragens seria de grande garantia para atender tanto a demanda para irrigação, como também as perdas com evaporação, como para dessedentação de animais e para uso de tarefas domésticas de limpeza e saneamento. Uma só barragem poderia ser construída com o dobro das especificações anteriores e com um potencial de acumulação de 100.000m^3.

Produção e lucro. Simulação: A produção do milho sem irrigação, para 4,0 hectares de um solo de Bom potencial agroecológico, seria da ordem de 2,0 t/ha, a metade do que se obtém com a cultura irrigada, segundo Vieira (1986). Portanto, com o apoio da irrigação suplementar de salvação, pode-se prever uma produção de feijão da ordem de 1,5 t/ha. Para outros solos, haveria certa equivalência de garantia de produção. Dessa forma, cada família obteria no ciclo das chuvas (dezembro a abril) uma produção de 8,0 toneladas de milho e 6,0 t de feijão. Considerando o valor de R$1,50/kg de milho e de R$3,00/kg de feijão, cada família teria um lucro de R$1,50 x 8.000 kg de milho + R$3,00 x 6.000 kg de feijão = 12.000,00 + 18.000,00 = 30.000,00. Descontando-se 25% como custos de produção, dá um valor líquido da ordem de R$22.5000,00 (R$1.850,00/ mês).

CONCLUSÕES

Este projeto está destinado às terras agricultáveis, onde não se dispõe de água para irrigação sistemática, e onde a tentativa de se praticar agricultura dependente de chuva (lavoura de sequeiro) implica em 80% de probabilidade de perda de safra, devido especialmente aos veranicos prolongados na estação chuvosa. Procura demonstrar que nessas condições climáticas adversas, certamente a única condição viável de garantia de uma safra agrícola é através da combinação de duas técnicas: de captação de chuva *in situ* associada à irrigação de salvação ao nível comunitário, usando-se, para isso, a construção de pequenos a médios açudes para armazenar cerca de 50.000 a 100.000m^3 de água. Uma condição indispensável é que esses açudes estejam situados em locais estratégicos, com alcance para condução da água para os campos agrícolas. Envolve a aplicação das seguintes etapas numa determinada área (município microbacia ou estado): 1) mapeamento de solos e delimitação das terras agricultáveis; 2) definição e delimitação das bacias hidráulicas dentro ou no entorno dessas áreas agricultáveis, com potencial para barramentos; 3) demarcação das terras agricultáveis e das famílias nelas instaladas ou a se instalarem; 4) promover a construção de reservatório(s) de salvação; 4) estudar formas de montagem de bombas hidráulicas para alimentação dos sulcos durante os veranicos; 5) promover o preparo do solo, com sulcos em curva de nível, antes das primeiras chuvas; 6) após as primeiras chuvas, com alguma água armazenada, promover a semeadura das plantas selecionadas e desenvolver a prática de agricultura com captação de água de chuva *in situ*; 7) durante o ciclo das culturas, nos veranicos, suprir os sulcos com bombeamento de água dos reservatórios, para manutenção das safras. Após a colheita, fazer dos restolhos silagem para os animais. Deixar o terreno no repouso de sete meses com vegetação natural até a próxima safra.

BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

Anjos, J.B. dos.; Brito, L.T. de L.; Silva, M.S.L. da. **Metodos de captacion de agua de lluvia in situ para cultivos en zonas aridas**. In: Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de Agricultura Conservacionista, 4., 1997: FAO/FIRA/INIFAP, 1997. P. 291-301.

Anjos, J.B. dos.; Brito, L.T. de L.; Silva, M.S.L. da. **Rainwater capture and irrigation**. In: FAO (Roma, Itália). Manual on integrated soil management and conservation pratices. Rome, 2000. Cap. 15, p.131-141.

Anjos, J.B. dos; Cavalcanti, N. de B.; Brito, L.T.de L.; Silva, M.S.L. da. **Captação "in situ": água para produção de alimentos** . In: EMBRAPA Semi-Árido. Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Ed. Téc.: L. T. de L. Brito, M.S.B. de Moura, G.F.B. Gama. Petrolina, PE: Embrapa. Semi-Árido (CPATSA). 2007. p.140-155.

Brito, L.T.de L.; Silva, A. de S.; Porto, E.de R. **Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos**. In: EMBRAPA Semi-Árido. Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Ed. Téc.: L. T. de L. Brito, M.S.B. de Moura, G.F.B. Gama. Petrolina, PE: Embrapa. Semi-Árido (CPATSA). 2007a. p.13-32.

Cavalcanti, A.C. Solo e água; modelos diferenciados de gestão de acordo com as características e demandas dos geoambientes e ecossistemas na região Nordeste**. (Livro para publicação). Recife. 2010. 74p. il.**

Cavalcanti, A.C.; Araujo Filho, J.C.de. Avaliação do potencial agroecológico das terras do estado de Alagoas **(Componente básico para planejamento agrícola e ambiental). Embrapa Solos. UEP Recife. 2012. 113p. il**

Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. **Necessidades hídricas das culturas**. Tradução de GHEYI, H.R. et al, Campina Grande, UFPB, 1997. 204p.

EMBRAPA Semi-Árido.. **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Editores Técnicos: Luiza T. de L. Brito, Magna S. B. de Moura, Gislene F. B. Gama. Petrolina, PE: Embrapa. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA). 2007. 181 p. il..;

Franca, D.T. **Alternativas tecnológicas – Convivência com a Seca**. Parte II: Aproveitamento das águas de chuva. Agência Nacional de Águas. In: XI Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva (Palestra). México. 2003b. 33p. il.

Gnadlinger, J.; Silva, A. de S.; Brito, L.T. de L. **P1 +2: Programa uma terra e duas águas para um semi-árido sustentável**. In: EMBRAPA Semi-Árido. Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Ed. Téc.: L. T. de L. Brito, M.S.B. de Moura, G.F.B. Gama. Petrolina, PE: Embrapa. Semi-Árido (CPATSA). 2007. p.61-77.

Lopes, P.R.C.; Silva, M.S.L da; Silva, A. de S.; Anjos, J.B. dos. **Conservação da capacidade produtiva dos solos em sistemas de captação de água de chuva "in situ".** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO,24., 1993, Goiânia, GO. Resumos... Goiânia: SBCS, 1993b. v.3, p.97-98.

Lopes, L.H. de O.; Silva, M.S.L. da; Anjos, J.B. dos; Brito, L.T. de L. **Captação e armazenamento de água de chuva no semi-árido brasileiro: Barreiro para irrigação de salvação**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12. 1998. Fortaleza-CE. Resumos... Fortaleza: SBCS/UFC, 1998. p.214-215.

Lopes, P.R.C.; Anjos, J.B. dos.; Silva, M.S.L. da. **Captação de água de chuva para cultivos de milho e feijão caupi.** In: REUNION BIENAL DE LA RED LATINOAMERICANA DE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 5., 1999, Florianópolis: EPAGRI, 1999. p.53.

Molle, F.; Cardier, E. **Manual do pequeno açude**. Recife, SUDENE/ORSTON; SUDENE/TAPI 1992. 521p.

Porto, E.R.; Silva, A. de S. **Utilizacion racional de areas agrícolas en el semi-árido brasileiro**. In: Curso sobre Desertificacion y Desarrollo Sustentable en America Latina y el Caribe, 4., 1995, Montecillo, México. Memorias... Mexico: Red de Formacion Ambiental para America Latina y el Caribe, 1995. p. 249-261.

Silva, A. de S.; Brito, L.T. de L.; Rocha, H.M. **Captação e conservação de água de chuva no semi-árido brasileiro**. Petrolina, 1988. 79p.il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 16).

Silva, A. de S.; Moura, M.S.B. de. Brito, L.T.de L. **Irrigação de salvação em culturas de subsistência**. In: EMBRAPA Semi-Árido. Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Ed. Téc.: L. T. de L. Brito, M.S.B. de Moura, G.F.B. Gama. Petrolina, PE: Embrapa. Semi-Árido (CPATSA). 2007. p.157-179.

Silva, A. de S.; Porto, E.R.; Gomes, P.C.F. **Seleção de áreas e construção de barreiros para uso de irrigações de salvação no trópico semi-árido**. Petrolina, 1981. 43p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 3).

Silva, A. de S.; Porto, E.R.; Brito, L.T. de L.; Monteiro, M.A.R. **Captação de água de chuva "in situ": Comparação de métodos e densidade de plantio**. Petrolina, 1989. P.5-24. EMBRAPA-CPATSA. Boletm de Pesquisa, 35).

Vieira, D.B. **Relação água, solo e planta.** In: Elaboração de Projetos de Irrigação. Programa Nacional de Irrigação/ Fundação CTH. Brasília. 1986. p.T1.1 a T1.87.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NOS TELHADOS DE CAMPINA GRANDE

Viviane Farias Silva[1], Diego Galdino Henrique de Oliveira[2], Jógerson Pinto Pereira[3], Veneziano Guedes de Sousa Rego[4] & Fernando Garcia de Oliveira[5]

Resumo: Com a concentração urbana em Campina Grande o aumento do consumo de água na região aumenta dia a dia. Este trabalho faz a discussão do potencial que representa a precipitação pluviométrica na referida cidade. Através do software Google Earth foram localizadas as edificações com maiores coberturas e determinou-se suas respectivas áreas de captação. Com a área dos telhados e a precipitação média anual quantificou-se o quanto cada telhado recolhe de água. Como se sabe, a quantidade de água captada é diretamente proporcional ao tamanho da área do telhado. Sendo assim, se pode ter o recolhimento de um volume importante de água de chuva desde que uma área maior de telhado seja destinada para esta finalidade. O estudo permite concluir que recolher água de chuva pode se constituir em importante alternativa para suprir as necessidades de abastecimento de água em Campina Grande. Como consequência, minimizam-se os riscos de desabastecimetno nos momentos em que aquele reservatório ameaçar entrar em colapso.

Palavras-chave: Águas pluviais; abastecimento urbano; cidade sustentável.

INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial para a manutenção da vida no planeta. Trata-se de um recurso renovável e indispensável para a continuidade da biodiversidade na terra. O organismo humano tem um grande percentual de água em sua composição. Os médicos recomendam a ingestão de no mínimo 2 litros de água diariamente. A água no organismo é o solvente universal que previne doenças e preserva a saúde.

O Brasil é um país privilegiado por ser detentor do maior manancial de água doce disponível na América do Sul, detendo aproximadamente 13% da água potável existente na terra. Segundo Tucci (2001), a Amazônia brasileira representa 71,1% do total deste líquido no Brasil, sendo o rio Amazonas um dos maiores do mundo. Mesmo com grande disponibilidade hídrica existe escassez de água potável em outras regiões do país, com limitações de disponibilidade de água no Nordeste, por exemplo. Assim sendo, a água doce está irregularmente distribuída.

O Nordeste brasileiro é caracterizado pelo baixo índice pluviométrico, baixa umidade, solo seco, clima semiárido, vegetação de caatinga e temperatura elevada em grande parte do ano. A seca é um desastre natural que ocorre com frequência na região. A população nordestina mais isolada em épocas de estiagens sofre na busca por água ou na espera de carros pipas, que são caminhões que transportam e distribuem água. Muitas vezes, após quilômetros, são encontrados barreiros que possuem água com baixíssima qualidade, considerada imprópria para consumo.

O município de Campina Grande no Estado da Paraíba está incluído nesta realidade fazendo parte deste cenário de desolação que é o efeito das estiagens prolongadas. Na busca de amenizar esta situação tem-se procurado resgatar costumes antigos. A cisterna é uma solução de armazenamento de água de qualidade para consumo humano. A captação de água de chuva através do telhado por uma calha direcionado para um reservatório alternativa viável e de qualidade.

Segundo Silva (2003), Campina Grande é uma dentre centenas de outras cidades nordestinas que enfrentam frequentemente crise de abastecimento de água potável, provocada quando há queda no nível de água do açude presidente Epitácio Pessoa na cidade Boqueirão a 44 km, único manancial que abastece a cidade.

As vantagens no uso da água de chuva são diversas, entre elas, a redução do consumo de água da rede pública e do custo de seu fornecimento; ajuda na contenção das enchentes, represando parte da água que teria

de ser drenada para as galerias e rios além de não desperdiçar um recurso natural de qualidade distribuída por precipitação, minimizando os custos e diminuindo a demanda da distribuição por parte da concessionária oficial.

A água captada servirá para diversos fins com o tratamento adequado. Na área urbana os usos potenciais da água da chuva captada são os seguintes: irrigação de jardins, faixa verdes decorativas ao longo de ruas, avenidas e estradas, parques e cemitérios, descargas sanitárias, lavagem de veículos, recreação, construção civil, etc. Geralmente, a qualidade de água de chuva captada de telhados é mais adequada do que a de rios. O telhado é um ambiente agressivo para os patógenos devido à exposição à luz solar, contudo, cuidados são essenciais contra dejetos de gatos, roedores, pássaros e poeiras.

Algumas experiências de sucesso no uso da captação de água de chuva, tanto para o meio urbano como rural, são relatadas na literatura. Há a experiência, por exemplo, da província de Gansu no norte da China na qual o governo colocou em prática o projeto da captação de água de chuva denominado "121": construção de área de captação de água, tanques de armazenamento de água e lote para plantação de culturas comercializáveis. O projeto solucionou o problema de água potável para 1,3 milhão de pessoas (260.000 famílias) (Gnadlinger, 2001). Em 1999, na cidade de Berlim, Alemanha, fez-se a captação de água de chuva em telhados e nas ruas de um bairro com 213 moradores para uso, sobretudo, em descargas de bacias sanitárias e em regas de jardim (Schimidt, 2001).

Este estudo teve por objetivo estimar a capacidade de recolhimento de água dos grandes telhados da área urbana de Campina Grande-PB ao longo do ano e verificar quanto representa o potencial dos telhados em relação ao consumo da cidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Campina Grande no estado da Paraíba, localizada a 120 km da Capital. O município tem uma área de 594,18 km^2, população de 385.213 mil habitantes, densidade demográfica 648,31 hab/km^2, uma altitude média de 552 metros e apresenta as coordenadas geográficas 7º15'18" Latitude S e 35º 52'28" Longitude W (IBGE, 2010).

A cidade de Campina Grande é abastecida pelo Açude Epitácio Pessoa, conhecido por Boqueirão, que foi construído entre 1951 a 1956 e inaugurado em 1958 com as finalidades de abastecimento, perenização do rio Paraíba, irrigação, piscicultura e turismo. A capacidade estimada desse reservatório é de 450.421.552m^3.

Segundo o SNIS (2009), o consumo de água na Paraiba é de 100 L/hab/dia, ou seja 0,1 m^3/hab/dia. A partir desta média foi calculado o consumo total da população de Campina Grande com média de 14.060.274 m^3/ano.

Através do software Google Earth foram localizadas visualmente as edificações com as maiores coberturas. Assim, foram selecionados os 100 maiores telhados de Campina Grande (Figura 1) e calcularam-se suas respectivas áreas de captação.

A partir da média pluviométrica dos últimos cinco anos (2007 a 2011) de 986,7 mm de Campina Grande-PB (AESA, 2012) e com o auxilio do software Microsoft Office EXCEL foram calculados a área e o volume de água captado pelos telhados, através da fórmula 1, segundo metodologia proposta por SILVA et al (1988).

Fórmula 1: Volume total (m^3/ano) = total de chuva em m/ano × área de captação do telhado em m^2

Foram calculados a área e seus respectivos potenciais de receptação de água proveniente da chuva como mostra a tabela 1 com cinco pontos principais que foram utilizados para a produção da curva.

A área total dos telhados selecionados foi de 233431 m^2 com capacidade anual de captação de água de 230326,4 m^3. Para uma melhor visualização do efeito da desigualdade pluviométrica nas regiões na captação de água de chuva foram calculados com a fórmula 1 o volume receptado utilizando as mesmas áreas dos telhados da cidade de Campina Grande para Cabaceiras (PB) e São Paulo com seus índices pluviométricos anuais de, 287 mm e 1400 mm.

Fonte: Google Earth, 2012

Figura 1. Localização das coberturas alusivas às edificações

Tabela 1. Alguns dados calculados dentre os 100 telhados considerados na cidade de Campina Grande

Nº	Área (m^2)	Volume total (m^3/ano)
1	815,814	804,9637
2	1287,947	1270,817
3	2031,875	2004,851
4	233431	230326,4

A quantidade de água que um telhado pode captar das chuvas é igual à área da projeção horizontal do telhado, neste sentido, os cálculos baseados nesta informação irão fornecer a efetiva capacidade de captação dos telhados.

Com a área dos telhados e a precipitação média anual quantifica-se o quanto cada telhado recolherá de água. E o total de água que será armazenado se ao menos 100 dessas edificações adotassem a técnica de captação de água de chuva em cisternas. Avalia-se através dos dados obtidos o quanto representa o potencial dos 100 maiores telhados em relação ao consumo de água da cidade de Campina Grande.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Gráfico 1 percebe-se a proporcionalidade entre área de cobertura e captação de água. As grandes construções como escolas, shoppings, galpões de fábricas e armazéns, além de residências têm a capacidade através dos telhados captarem água das chuvas. Algumas dessas edificações são de instituições públicas e particulares.

A reta referente a cidade de Campina Grande (Gráfico 1) possui uma inclinação próxima de 45 graus, que neste caso, será por conta da precipitação média de 986,7mm. Quando modifica-se a pluviosidade como no caso de Cabaceiras a reta possui um pequena inclinação diminuindo seu volume captado decorrente ao baixo indice de precipitação da localidade. No entanto, em regiões com grandes índices pluviométricos como São Paulo verifica-se que a reta possui uma inclinação maior e, portanto, uma quantidade maior de volume captado.

O volume anual de água captado pelos 100 telhados foi de 230.326,4 m^3. Esse volume calculado é equivalente a 2% do consumo total da população de Campina grande. Um dado bastante significativo quando está baseado

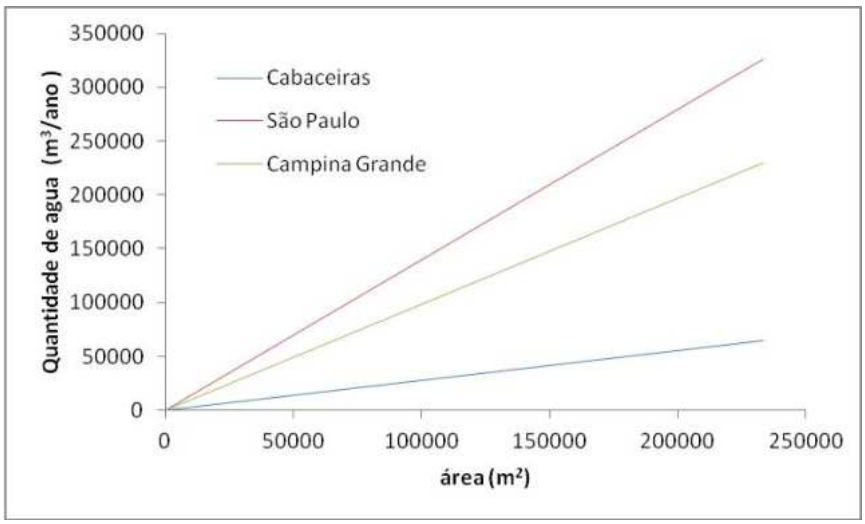


Gráfico 1. Quantidade de água de chuva que pode ser captada, em diferentes localidades, em função dos respectivos índices de precipitações pluviométricas

em apenas 100 telhados que foram considerados neste estudo, numa população de quase 400.000 habitantes. Se fosse adotado a técnica de captação seria reduzido significativamente o consumo de água proveniente de abastecimento.

A quantidade de chuva é diretamente proporcional ao tamanho da área do telhado. Isso ocorre nesta região devido ao baixo índice pluviométrico da cidade. Sendo assim quanto maior a área maior será o volume receptado de água das chuvas.

Na cidade de Campina Grande no ano de 2011 em que o índice pluviométrico médio foi de 1.494,4 mm (AESA, 2012) ocorrendo transtornos à população que reside em áreas de risco de enchentes. Caso as residências possuissem alguma técnica de captação de água teria diminuido os desastres ou até não haveria ocorrido tal desconforto e gasto público. A captação de água não apenas armazena como diminui o escoamento superficial, evitando enchentes e disposiçao de detritos.

A indústria, através das atividades desenvolvidas, representa um setor de atividade grande usuário de água. Dessa forma, necessita de meios disponíveis para se utilizar de forma eficiente esse recurso natural. Segundo Alburquerque (2004) a Industria Metalúrgica Silvana, localizada no município de Campina Grande- PB, capta água de chuva do telhado, depois a água é tratada e utilizada em toda produção da fábrica e nos demais compartimentos da mesma (banheiros, etc.).

CONCLUSÕES

Neste exercício verifica-se que os 100 miores telhados de Campina Grande tem a capacidade de captar 230.326,4 m^3/ano. Como o consumo total de água pela população é 14.060.274 m^3/ano aqueles telhados, recolhem cerca de 2% da água consumida. Permitindo um desenvolvimento ecológico na sociedade.

O volume de água captado pelos telhados é de grande importância para a sociedade. Nas edificações a alternativa de captar água das chuvas em áreas urbanas traz beneficios. Captar e armazenar água é uma opção de aumento direto de oferta de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA- Agencia Executiva de Gestão das Aguas do estado da Paraíba- Disponivel em: < http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 10 de maio 2012.

Albuquerque, T. M. A. (2004). Seleção Multucriterial de Alternativas para o Gerenciamentoda Demanda de Água na Escala de Bairro. Dissertação de Mestrado- Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2010). Disponível em: < http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2012.

Brasil. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2009. – Brasília: MCIDADES,SNSA, 2011.

Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (2011) " Estrutura Tarifária". Disponivel em:< www.cagepa.pb.gov.br/portal/?page_id=1188> Acesso em: 21 de maio 2012.

Gnadlinger, J. Captação de Água de Chuva para Uso Doméstico e Produção de Alimentos: A Experiência do Estado de Gansu no Norte da China. In: 3º Simpósio sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. Anais...(Cd-room). Campina Grande: ABCMAC, 2001.

Schimidt, S. Rainwater Haversting in Germany – New Concepts for the Substitution of Drinking Water, Flood Control and Improving the Quality of the Surface Waters. In: 3º Simpósio sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. Anais...(Cd-room). Campina Grande, 2001.

Silva, O. J. (2003). Captação de Águas Pluviais na Cidade de Campina Grande- PB: Alternativa Para uma Política de enfrentamento da Escassez de Água nas Escolas Públicas, Dissertação de mestrado Interdisciplinar em Sociedade, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB.

Silva, A. S.; Brito, L. T. L.; Rocha, H. M. Captação e conservação de água de chuva no semi-árido brasileiro: Cisternas rurais II, água para consumo humano. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA/MINTER-SUDENE, 1988. 80 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 16).

Tucci, C. E. M. Gestão da água no Brasil- Brasília: UNESCO, 2001.

DIAGNÓSTICO DE ATUAÇÃO DO PODER PÚBLICO DE ENFRENTAMENTO À DESERTIFICAÇÃO E MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DA SECA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE: UMA ANÁLISE DO PAE-RN

Wellma Karla Barbosa de Medeiros[1]

INTRODUÇÃO

O homem vem se apropriando cada vez mais dos recursos naturais para a produção de bens de consumo para satisfazer suas necessidades, esta apropriação indiscriminada e sem planejamento vem exercendo fortes pressões sobre o meio ambiente, afetando todas as espécies vivas, e em alguns casos estas resultam no fenômeno da desertificação.

Grande parte do território brasileiro está localizado em áreas susceptíveis ao processo da desertificação. O nordeste do país apresenta áreas com processos de degradação considerados como muito grave e grave, sendo que alguns locais apresentam sinais mais intensos e mais preocupantes que outros locais, estes são denominados Núcleos de desertificação, são quatros os núcleos, localizados em Gilbués/PI, Irauçuba/CE, Cabroró/PE e na região do Seridó/RN.

O Núcleo de Desertificação do Seridó/RN é composto pelas seguintes cidades, Acari, Carnaúba dos Dantas, Cruzeta, Currais Novos, Equador, Parelhas, porém outros municípios da região apresentam áreas pontuais bastante degradas em decorrência de atividades antrópicas, embora estes ainda não disponham de estudos mais específicos, ficando fora desta classificação. Na região do Seridó existem vários fatores que impulsionam o processo de desertificação, que vão desde as condições naturais até o desenvolvimento da ação antrópica

Nesse sentido presente estudo visa analisar o modelo política pública de combate à desertificação vigente no estado do Rio Grande do Norte, tendo como objeto de estudo o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca do Rio Grande do Norte – PAE/RN.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para a realização deste estudo encontra-se fundamentada em Severino (2007), e segundo este, quanto aos objetivos, esta pesquisa é classificada como pesquisa de cunho exploratório. Do ponto de vista da natureza das fontes utilizadas, esta pesquisa é classificada como pesquisa bibliográfica e documental. Quanto à abordagem, tal pesquisa se classifica como pesquisa qualitativa.

Como procedimentos de pesquisa foram realizados primeiramente um levantamento bibliográfico, o qual serviu para fortalecer o conhecimento sobre o problema investigado e uma posterior pesquisa documental, a qual se baseou na análise do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca do Rio Grande do Norte – PAE/RN.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A respeito do fenômeno da desertificação Abílio e Florentino (2010) afirmam que esta significa a destruição da base dos recursos naturais, a qual é consequência da ação do homem sobre o meio ambiente, e de fenômenos naturais, como a variabilidade climática e condições edáficas locais.

Dentre as causas da desertificação Barros et al. (2008) ressaltam que:

[1] Pós-Graduanda do Curso de Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA; Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN; wellmak@hotmail.com;

> As condições naturais de determinadas áreas, como a sua pré-disposição geo-ecológica e o forte rigor climático, dentre outros aspectos, são condicionantes e estimulantes ao desenvolvimento da desertificação, desencadeada por determinadas práticas humanas desenvolvidas nestes ambientes de extrema fragilidade ecológica. Dentre as várias atividades antrópicas que desencadeiam o processo pode-se destacar: o cultivo intensivo; o pastoreio intensivo; o desmatamento; a mineração; e o uso de técnicas inadequadas de manejo do solo. (BARROS et al. 2008, p. 02)

De acordo com Melo et al. (2008) o uso e o manejo inadequado dos solos são apontados como as principais causas de origem antrópica relacionadas com a desertificação.

Ainda em relação às consequências da desertificação Silva (1999) salienta que esta conduz a formação de terras com potencial produtivo reduzido. Assim sendo, a desertificação está associado não somente ao fator ambiental, mais também ao social e ao econômico, e diante de sua abrangência faz-se de extrema importância a mobilização social em prol do combate a tal fenômeno e as suas consequências, onde a criação, desenvolvimento e investimento de recursos em programas e alternativas de minimização dos seus impactos são extremamente importantes.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), no ano de 1977 definiu a desertificação como sendo um fenômeno provocado pela degradação dos solos nas áreas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas resultantes de diversos fatores, que vão das variações climáticas às atividades humanas.

No ano de 2004, foi publicado o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil, o qual dava diretrizes para o combate à desertificação em todo o território nacional. A partir desse momento o país estava dando um grande passo em relação a seus compromissos frente à Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e passando a contar com um instrumento norteador do processo de transformação da realidade das áreas susceptíveis à desertificação, no âmbito das políticas de desenvolvimento sustentável.

Posteriormente o governo do Estado do Rio Grande do Norte, reconhecendo a importância de implementação da agenda do combate a desertificação no Estado, assumiu o papel, através da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH de coordenar a elaboração do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE/RN, o qual foi publicado no ano de 2010.

O referido programa em sua elaboração contou com a contribuição de mais de 700 atores, como a sociedade civil organizada, além de instituições governamentais da esfera federal, estadual e municipal, universidades e organismos de cooperação internacional, através de uma construção participativa.

O PAE/RN propõe uma articulação entre os diversos atores sociais, bem como recomendações, estratégias e proposições para a continuidade das articulações institucionais e parcerias construídas para a etapa de implementação, com o objetivo de se implementar ações de prevenção, controle e combate à desertificação e de melhoria da qualidade de vida.

Em um primeiro momento o PAE/RN, trata das bases técnicas e conceituais a respeito da desertificação, como também das áreas susceptíveis à desertificação no Brasil e no Rio Grande do Norte, chegando ao Núcleo de Desertificação do Seridó Potiguar, fazendo uma caracterização e descrição de seus aspectos, logo após é descrito as estratégias para implementação, delineados algumas ações prioritária para a implementação do PAE/RN, e por fim é descrito todo o sistema de gestão de tal programa, com o qual será possível dar exequibilidade a este.

A finalidade do PAE/RN.

Como visão, o PAE/RN coloca que a sociedade deverá conviver com dignidade, através da promoção de estratégias que permitam a adaptação, a mitigação e o Combate à Desertificação e os efeitos da seca nas áreas

susceptíveis à desertificação – ASD do Estado. Este traz ainda como objetivo central a incumbência de servir como instrumento norteador para a execução de ações de adaptação, de mitigação e de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no Rio Grande do Norte.

Como metas a serem desenvolvidas com a finalidade de alcançar tal objetivo, este coloca a promoção da convivência e o desenvolvimento da sociedade pautados nos princípios da sustentabilidade socioambiental; redução da pobreza; redução dos impactos ambientais e a promoção da participação social nas tomadas de decisões relativas à gestão e implementação do PAE/RN.

Objetivando enfrentar a problemática da desertificação, através de ações que mitiguem e/ou combatam suas consequências, e indiquem alternativas que não comprometem negativamente os ecossistemas, o PAN/RN traçou algumas propostas, dentre elas, trabalhar a gestão ambiental, através da recuperação de áreas degradadas, da educação contextualizada, da estruturação e funcionamento de Promotorias do Meio Ambiente nos municípios, do ordenamento territorial, da ampliação de unidades de conservação e da capacitação de gestores, técnicos e sociedade; o controle e a participação social, pela valorização do gênero e juventude, pela participação de organizações da sociedade civil e da valorização do conhecimento tradicional; a adequação de processos produtivos, a partir da diversificação da matriz energética, visando a substituição do uso da lenha por outras fontes de energia alternativas; da geração de emprego e renda ecologicamente sustentável com base em atividades que reduzem impactos negativos e na economia solidária e no empreendedorismo; e do uso de tecnologias em captação e armazenamento de águas, dentre outras.

No tocante aos custos para desenvolver as ações propostas, o PAE/RN buscou definir valores para mitigação e prevenção dos efeitos da desertificação em todo território do Rio Grande do Norte.

Exequibilidade institucional, financeira e operacional.

No plano institucional, por sua vez, deve-se entender os acordos e contratos entre agentes específicos, através dos quais estes irão cooperar ou competir numa dada situação.

O PAE/RN coloca a questão do fortalecimento da capacidade institucional e operativa das instituições públicas, não governamentais e privadas com o objetivo de garantir a necessária efetividade e integração de esforços para a execução de tal programa.

Como forma de subsidiar os custos da implementação das ações propostas no PAE/RN, este aponta para a necessidade de se buscar recursos adicionais, como as representadas por linhas de crédito administradas por instituições financeiras internacionais, como também as possibilidades oferecidas pelas linhas de crédito dos bancos oficiais (Banco do Brasil, Banco do Nordeste, BNDES e Caixa Econômica Federal), referentes à mobilização de recursos oriundos do setor privado, e, por fim, os aportes de recursos advindos da contribuição da sociedade de forma geral, produtores de várias categorias.

Após a fase da apuração dos custos, este coloca uma proposta de gestão para dar exequibilidade ao programa, o qual deve prever a elaboração de mecanismos e instrumentos que garantam o gerenciamento compartilhado. A implantação de um modelo de gestão baseado no compartilhamento de ações e de responsabilidades terá sustentação se apoiada em mecanismos e/ou instrumentos que institucionalizem e ordenem as relações entre os agentes e, normalizem os procedimentos dessas relações.

O modelo de gestão proposto pelo PAE/RN inclui as bases para o estabelecimento do modelo e da estrutura de gestão e articulação com as políticas, plano, programas e projetos relevantes do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado do Rio Grande do Norte – PAE/RN.

O modelo de gestão foi elaborado de forma participativa por meio de debates ocorridos nas oficinas preparatórias do PAE/RN, estabelecendo assim uma ligação com as proposições de gestão previstas pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, o qual possibilitou uma participação paritária da sociedade civil junto às representações das instituições públicas, não governamentais e privada.

Nesse modelo de gestão, o Conselho Estadual de Combate à Desertificação – CECD, seria composto por representantes da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH; das Secretarias Estaduais afins com PAE/RN; dos órgãos da Administração Pública Estadual; de representantes dos Governos Municipais e/ou Associações de Municípios de acordo com os Territórios da Cidadania e Planos de Desenvolvimento Regional; de representantes da Sociedade Civil e da Iniciativa Privada.

O Conselho Estadual de Combate à Desertificação – CECD, apresenta-se como a instância máxima de decisão do PAE/RN, o qual tem a função de construir pactos para o combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca. É dever do CECD deliberar sobre as propostas advindas do Seminário Estadual de Combate à Desertificação realizado anualmente e do Comitê de Revisão da Implementação do PAE/RN e, por fim, estabelecer e priorizar as estratégias de ação do governo, setor privado e sociedade civil nas áreas susceptíveis à desertificação do Rio Grande do Norte com vistas ao seu desenvolvimento sustentável.

A Secretaria Executiva será composta pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Norte – IDEMA e ficará a cargo do Diretor Presidente do IDEMA. Esta situa-se no nível tático e se configura o elo no qual se encaminham as decisões do Conselho Estadual de Combate à Desertificação às demais instâncias criadas, e destas para o Comitê. Essa instância tem por incumbência materializar as decisões estabelecidas pelo Conselho Estadual de Combate à Desertificação em ações práticas, promover ampla sinergia entre as instituições públicas, privadas e não governamentais, a fim de garantir a coesão necessária para o desenvolvimento das ações delineadas no PAE/RN.

A Coordenadoria de Mudanças Climáticas e Combate à Desertificação ficará subordinada a Coordenadoria de Meio Ambiente da Subsecretaria de Meio Ambiente da SEMARH, e sua principal função, no âmbito operacional, é buscar ampla articulação entre os programas das diversas instituições públicas, privadas e não governamentais afins com o PAE/RN, com o objetivo de estabelecer ações centrais para a redução da pobreza e da desigualdade; ampliação sustentável da capacidade produtiva; preservação, conservação e manejo sustentável dos recursos naturais.

O Seminário Estadual de Combate à Desertificação – SECD, tem caráter consultivo, possui como elemento norteador à participação e o envolvimento social para o estabelecimento de políticas públicas para o combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no Estado do Rio Grande do Norte.

Segundo PAE/RN, o Seminário Estadual deveria ser realizado anualmente, concomitantemente com a Conferência Estadual de Meio Ambiente, sendo que a gestão para sua realização ficará a cargo da Secretaria Executiva.

O Comitê de Revisão da Implementação do PAE/RN – CRIPAE, será composto por representantes das instituições públicas; representantes dos municípios e/ou Associações de Municípios de acordo com a divisão dos territórios da Cidadania e Planos de Desenvolvimento Regional do Rio Grande do Norte; representantes Parlamentares (estado e municípios); representantes da Sociedade Civil; representantes da iniciativa privada; representantes da Secretaria Executiva e representante do Comitê de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Mais, e na prática? Como operacionalizar tal programa num estado com 167 municípios e uma área total é de 52 796,791 km²?

É primordial trabalhar com base no pensamento sistêmico, entendendo as relações de independência entre os diversos componentes de uma organização e o ambiente externo, pois as organizações são constituídas por uma complexa combinação de recursos humanos e organizacionais, cujo desempenho pode afetar positiva ou negativamente a organização em seu conjunto.

Dentro da gestão do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca do Rio Grande do Norte – PAE/RN, este apresenta algumas dificuldades para a sua efetividade, o qual necessita vencer a visão fragmentada, a visão de que cada órgão tem o seu papel, sem contabilizar o esforço conjunto de tais atores. Uma outra dificuldade diz respeito as ações pontuais desenvolvidas pelos órgão e municípios, os quais trabalham somente na realização de oficinas e outros eventos, focalizados em períodos específicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo a desertificação um fenômeno provocado pela degradação dos solos nas áreas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas resultantes de diversos fatores, que vão das variações climáticas às atividades humanas na qual suas consequências extrapolam a questão ambiental, desencadeando consequências negativas ao social e ao econômico, é imprescindível o envolvimento não somente dos agentes governamentais, mas sobretudo toda a sociedade civil e organizada. E considerando que o Estado exerce um papel importante na criação de políticas públicas, e este por meio de um projeto participativo traz inúmeros benefícios na formação de um sujeito social, consciente e organizado, contribuindo para minimizar as implicações sociais, econômicas e ambientais existentes.

Utilizando-se do enfoque sistêmico, o PAE/RN sugere uma articulação entre os diversos atores sociais, bem como recomendações, estratégias e proposições para a continuidade das articulações institucionais e parcerias construídas para a etapa de implementação, com o objetivo de se implementar ações de prevenção, controle e combate à desertificação e de melhoria da qualidade de vida.

Logo, a criação de um programa de dimensões tão grandes e abrangentes traz algumas dificuldades de execução, as quais necessitam ser vencidas com ajuda e emprenho de toda a sociedade, visto que este é um programa participativo e necessita da atuação de todos os segmentos da sociedade para que obtenha êxito para que ultrapasse a fase do programa no papel e sua aplicação venha a minimizar as consequências danosas de tal fenômeno na vida da população potiguar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABÍLIO, Francisco José Pegado; FLORENTINO, Hugo da Silva. Impactos ambientais na Caatinga. In: Francisco José Pegado Abílio. (Org.). **Bioma Caatinga:** Ecologia, Biodiversidade, Educação Ambiental e Práticas Pedagógicas. João Pessoa: Editora Universitária - UFPB, 2010.

BARROS, Kelly de Oliveira. et al. **A Pesquisa em Desertificação no Brasil:** Cenários e Perspectivas. Geografia: Ensino & Pesquisa, Santa Maria, v. 1 2, n. 2, p.46-52, 2008.

MELO, Rogério Oliveira. et al. Susceptibilidade à compactação e correlação entre as propriedades físicas de um neossolo sob vegetação de caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.5 (Número Especial), p.12-17, dez. de 2008. Disponível em: http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema/article/view/342/444 Acesso em: 28 de dezembro de 2010.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007. 304 p.

SILVA, Carlos Sérgio Gurgel da. **Abordagens sobre o processo de desertificação nos municípios de Parelhas e Equador, Estado do Rio Grande do Norte.** Monografia de conclusão do curso de Geografia: UFRN, 1999.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: ESTUDO NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FARINHA, PARAÍBA, BRASIL

Irenaldo Pereira de Araújo[1] & Joedla Rodrigues de Lima[2]

Resumo: A ocorrência de regiões semiáridas não se restringe apenas ao Brasil, sendo que em nosso país se destaque como particularidade em ser o semiárido mais chuvoso do planeta. Durante décadas, neste território, investiu-se em medidas de combate à seca e, como contraponto a esta visão, nas últimas décadas houve investimentos em estratégias de convivência com a semiaridez, considerando as suas particularidades e potencialidades, a partir do investimento em tecnologias apropriadas. O presente estudo ocorre na microbacia hidrográfica do rio Farinha, localizada no centro-oeste da Paraíba, com metodologia embasada na técnica de estudo de caso incluindo pesquisa bibliográfica. Nesta microbacia vem sendo implementadas técnicas de convivência com a semiaridez, sendo que em relação às tecnologias de captação e armazenamento de águas pluviais, dissemina-se a construção de cisternas de placas, com volume de 16 mil litros, provenientes do P1MC, associadas a modelos pedagógicos que contribuem com a construção de novos olhares sobre a esta região.

Palavras-chave: Captação e armazenamento de águas pluviais – Cisternas de placas – Tecnologias adaptadas – Novos olhares.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de regiões semiáridas não é uma particularidade brasileira. Silva (2006 e 2008) destaca que, conforme as Nações Unidas, quase 33% de toda a superfície terrestre é constituída por terras áridas, semiáridas e subúmidas secas, correspondendo a 51.720.000km², sendo que as áreas ultra-áridas, os desertos, corresponde a quase 16% da superfície terrestre, com cerca de 9.780.000km². Destaca-se ainda que há na América do Sul regiões semiáridas no norte do continente, na Venezuela e Colômbia; no cone sul, da Patagônia, na Argentina, até o norte do Chile, Peru e Equador e, no Nordeste do continente, no Brasil. Ab'Sáber (1974) aponta que estes três núcleos de regiões áridas e semiáridas no continente sulamericano possui condições térmicas com fortes particularidades e ocupam províncias geológicas inteiramente diversas, considerando este parâmetro, o semiárido brasileiro é a área mais homogênea do continente.

A delimitação do semiárido brasileiro é apresentada de forma diferenciada por autores e pesquisadores, optou-se neste trabalho utilizar os dados oficiais do governo brasileiro. Neste sentido, o semiárido brasileiro possui uma área de 969.589,4 Km², abrangendo 1.133 municípios, nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais, com cerca de 21 milhões de habitantes, correspondendo 11% da população brasileira (Brasil, 2005; Damm & Farias, 2006; Silva, 2006 e 2008). O semiárido brasileiro se destaca como o mais populoso do planeta (Melo Filho & Sousa, 2006; Malvezzi, 2007).

A construção de tecnologias para captação e armazenamento de águas pluviais é bem presente na história da humanidade, como também as práticas de cultivos e armazenamento de alimentos para consumo humano e fortalecimento da produção animal. As proposições que buscam a construção de tecnologias adaptadas ao semiárido propõem mudanças nas relações do ser humano com o meio natural, compreendendo-se a gestão dos recursos hídricos e os sistemas de produção agropecuária.

[1] Pedagogo, Mestre em Ciências Florestais, Coordenador Pedagógico na Ação Social Diocesana de Patos, Professor Substituto na Universidade Estadual da Paraíba, Campus VII, Patos – PB; Rua Dr. João Soares, 437, Bairro Brasília, CEP: 58.700-310, Patos, Paraíba; Fone (83) 3423.2206; Cel: (83) 8802-4333 E-mail: irenaldoaraujo@ig.com.br
[2] Professora Doutora da Universidade Federal de Campina Grande\Campus de Patos (PB)

O aproveitamento das águas disponibilizadas no semiárido deve considerar os seguintes fatores: a variabilidade temporal e espacial da precipitação, o índice pluviométrico, a característica do subsolo e a intensa evapotranspiração (Malvezzi, 2007).

A mudança de concepção sobre as potencialidades e limitações físico-climáticas e ambientais da região Semiárida deve aliar o investimento em tecnologias adaptadas a um modelo pedagógico que promova reflexões e favoreçam a construção de estratégias e políticas geradoras da sustentabilidade sócio-ambiental. O citado modelo pedagógico dirige-se às pequenas comunidades rurais e repassa tecnologias de fácil compreensão e aplicação.

No Brasil, foi criada a Rede de Tecnologias Sociais (RTS) com a intenção de transformar tecnologias sociais em políticas públicas, como também facilitar a sua difusão e desenvolver formas mais adaptadas as diferentes regiões do país. Esta rede é constituída por instituições públicas e privadas, aberta às organizações da sociedade civil, instituições de ensino, pesquisa e extensão, empresas comprometidas com o desenvolvimento sustentável e órgãos governamentais (RTS, 2007a/b).

A questão ambiental tem sido fundamental para a implementação e difusão das tecnologias sociais. No semiárido brasileiro, a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) vem implementando e testando cerca de quarenta tecnologias sociais e algumas já se transformaram em programas, como é o caso do "Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: um milhão de cisternas rurais (P1MC)" e o "Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido Brasileiro: acesso e manejo sustentáveis da Terra e das Águas por meio de Tecnologias Sociais (P1+2)". Estes dois Programas investem no aproveitamento de águas pluviais a partir de sua estocagem para os períodos críticos. O P1MC busca o armazenamento das águas pluviais em cisternas, por meio do emprego de calhas nos telhados das casas. O P1+2 implementa, de acordo com as características ambientais, sociais e culturais: a barragem subterrânea, o tanque de pedra, o barreiro trincheira ou caxio e a cisterna adaptada à roca. Além destas tecnologias, a ASA procura difundir a necessidade de uma gestão compartilhada e responsável dos mananciais hídricos que se encontram nas diversas localidades do semiárido brasileiro, com especial atenção sobre outras formas de estocagem hídrica.

O armazenamento de águas é uma prática tradicional no Nordeste, entretanto, não basta à construção de tecnologias que fortaleçam a captação e o armazenamento das águas, necessita-se que sejam estimuladas práticas de gestão comunitária desse recurso natural. O manejo sustentável dos recursos hídricos passa pela recuperação e conservação dos recursos naturais, considerando as características dos ecossistemas (Silva, 2006). Além de se investir em tecnologias que armazenem as águas pluviais, é necessário a escolha de tecnologias adaptadas que garantam a estocagem com baixas perdas por evaporação.

Para que as tecnologias sociais aplicadas no semiárido brasileiro avancem e se difundam, faz-se necessário a construção de outra mentalidade que abalize novos comportamentos direcionados para práticas apropriadas de manejo e uso sustentável dos recursos naturais e de fortalecimento do processo de organização social e política das comunidades inseridas no semiárido.

MATERIAIS E MÉTODOS

A microbacia hidrográfica do Rio Farinha está localizada na região centro-oeste do Estado da Paraíba circunscrita às coordenadas geográficas de 07º01'39" a 07º16'50" de latitude sul e 36º43'41" a 37º16'28" de longitude a oeste de Greenwich, com uma área de 822,7 km², englobando totalmente o município de Passagem e, parcialmente, os municípios de Assunção, Salgadinho, Junco do Seridó, Santa Luzia, São Mamede, Quixaba, Patos, Teixeira, Cacimbas, Taperoá e Areia de Baraúnas. As águas do Rio Farinha deságuam no Rio Espinharas e deste no Rio Piranhas-Açu que abrange os Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, sendo o principal canal de escoamento para o Oceano Atlântico, na foz localizada em Macau (Moura, 2007).

A microbacia hidrográfica do Rio Farinha faz fronteira com as microbacias hidrográficas do Sabugi, ao norte; do Taperoá, a sudoeste; do Pajeú, ao sul, na divisa entre os municípios pernambucanos de Itapetim e Brejinho, com o município de Teixeira; a oeste com a microbacia do Rio da Cruz e com a microbacia do Rio Jatobá. Os municípios que compõem a microbacia do Rio Farinha estão inseridos no Polígono das Secas. Caracterizados, de forma geral por clima quente, chuvas de verão e temperatura média anual variando entre 23°C a 28°C.

A topografia apresenta cotas situadas entre 300m a 981m, com altitudes elevadas, apresenta relevo que varia de suavemente ondulado a fortemente ondulado, com declividade elevada, estando à calha do rio principal situada entre serras. A vegetação é do tipo Caatinga Hiperxerófila (CPRM, 2005), com forte presença de caatinga arbustiva arbórea aberta, havendo pequenas áreas de caatinga arbórea fechada em localidade de difícil acesso, pelas condições de relevo (Aesa 2008).

A pluviometria varia entre 420 a 714mm, de distribuição irregular, concentrando-se entre os primeiros meses do ano. Todos os cursos d'água tem regime de fluxo intermitente e o padrão de drenagem é do tipo dendrítico. (CPRM, 2005).

Quanto à formação geológica, a área de estudo situa-se na Província Hidrogeológica Escudo Oriental, constituída por rochas cristalinas e com baixa capacidade de circulação e armazenamento d'água, com potencial hidrológico baixo (CPRM, 2002). Mesmo assim, cada município apresenta particularidades quanto à sua formação geológica (CPRM, 2005), podendo-se encontrar águas subterrâneas por sistemas de fendas e fraturas interconectadas, descontínuas e com extensão limitada (CPRM, 2002).

A população residente na microbacia hidrográfica do Rio Farinha é de aproximadamente 25 mil habitantes, dentre os quais 48% estão na Zona Rural e 52% estão na Zona Urbana.

Métodos e técnicas de coleta de dados

A metodologia empregada embasa-se na técnica de estudo de caso incluindo pesquisa bibliográfica, delimitação da microbacia com auxílio do geoprocessamento e pesquisa de campo, realizada nos anos 2008 e 2009.

Realizou-se uma revisão bibliográfica para subsidiar as análises e discussões em teses, dissertações, monografias, artigos científicos e publicações didáticas/técnico/científicas por meio de registros gráficos ou digitais, sobre os temas semiárido, recursos hídricos, características físico-climática e ambiental da área de estudo, experiências com tecnologias sociais, dentre outros temas relevantes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As soluções pensadas para o semiárido estiveram associadas a questões hídricas. Na atualidade vem se desenhando a necessidade de uma mudança paradigmática, onde a população é convocada a sair do combate à seca para a construção de estratégias de convivência com o Semiárido. Na microbacia hidrográfica do Rio Farinha encontra-se a implementação de iniciativas que buscam consolidar a segurança hídrica da população, como também a melhoria da segurança alimentar e a busca por relações sociais que garantam a autonomia das famílias que vivem nesta região. As tecnologias de captação e armazenamento das águas pluviais vêm sendo bastante utilizadas pelas famílias residentes nesta microbacia.

Em diagnóstico realizado junto a 613, residentes na zona rural de municípios que estão na calha do Rio Farinha (Areia de Baraúnas, Passagem, Patos e Salgadinho) e da parte do município de Quixaba que está na microbacia do Rio Farinha, apontam-se como principais fontes de abastecimento hídrico açudes (33,37%), poço amazonas (16,55%), cacimbas (11,01%), poço artesiano (10,41%), tanque de pedra (6,60%), olho d'água (6,20%) e barreiros (6,14%). Neste mesmo diagnóstico, constatam-se algumas situações específicas: em Salgadinho, na região da Viração, há um destaque para poços artesianos e açudes, e nas proximidades da calha

do Rio Farinha, açudes e poços amazonas; em Areia de Baraúnas, na região de Bananeiras, para olho d'água, e na região Serrana, que está na divisa com os municípios de Cacimbas e Taperoá, para tanques de pedras; em Passagem para açudes e poços amazonas; em Cacimba de Areia para açudes e poços amazonas; em Quixaba para açudes e barreiros; e em Patos para açudes e poços amazonas. De acordo com este diagnóstico, as famílias da zona rural utilizam muito as águas do rio Farinha através da perfuração de poços no seu leito ou às suas margens e, neste sentido, o mesmo ocorre com a população urbana dos municípios que estão na calha deste rio, que utilizam, através de poços, as águas do rio Farinha (Araújo, 2008).

A população que está na zona rural tem sido beneficiada com a construção de cisternas de placas, que captam as águas das chuvas através dos telhados e que são utilizadas para consumo humano sendo que a maioria delas vem sendo construídas pelo "Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência no Semiárido: P1MC – Um Milhão de Cisternas Rurais" que busca não somente construir a cisterna, mas passar informações, através de cursos de capacitação, sobre estratégias de convivência com o semiárido, gerenciamento em recursos hídricos, cuidados com a cisterna e formas de tratamento das águas.

Em relação ao número de famílias beneficiadas com cisternas, há municípios que já estão com um bom índice de cobertura, com é caso de Areia de Baraúnas (87,33%), Cacimba de Areia (78,05%) Passagem (75,31%) e Patos (61,27%), municípios que estão na calha do Rio Farinha. O município de Quixaba, com 31,12% de sua área na microbacia hidrográfica do Rio Farinha, já apresenta cobertura total (100%) de famílias beneficiadas com cisternas de placas Também nos demais municípios que estão na área geográfica da microbacia hidrográfica há a implementação de Programas para a construção de cisternas. Em Cacimbas e Teixeira, além do P1MC há também construção a aquisição de cisternas por intermédio de outras parcerias, a partir do Centro de Educação Popular e Formação Social (CEPFS), Central de Associações do Município de Cacimbas e Região (CAMEC), Ação Social Diocesana de Patos (ASDP), através de parceria com a Cáritas (Projeto Raízes) e com recursos das próprias comunidades, através dos Fundos Rotativos Solidários.

Além da construção de cisternas familiares, algumas famílias têm conquistado outras formas de captação de águas pluviais para o consumo humano ou fortalecer a produção, a exemplo de barragens subterrâneas, utilizadas para fortalecimento da segurança alimentar e nutricional das famílias; tanques de pedras para captação e armazenamento de águas pluviais para o consumo humano, uso doméstico e até para fortalecer pequenas experiências produtivas; cisternas adaptadas à roça, cuja área de captação pode ser um lajedo, um calçadão ou a estrada, com capacidade de armazenar 50 mil litros d'água para fortalecer núcleos produtivos, com base agroecológica. Outra forma de captação de águas, que vem sendo difundida no semiárido brasileiro, são as bombas d'água populares, que são instaladas em poços artesianos, com até 40 metros de profundidade.

CONSIDERAÇÕES

Na microbacia hidrográfica são implementadas técnicas de convivência com a semiaridez, algumas disseminadas por todos os municípios, junto com experiências mais pontuais.

Em relação às tecnologias de captação e armazenamento de águas pluviais para o consumo humano, dissemina-se em todos os municípios a construção de cisternas de placas, com capacidade de armazenar 16 mil litros d'águas, muitas delas provenientes do P1MC, sendo preocupante a qualidade das águas destes reservatórios nas comunidades que estão próximas às áreas de mineração pela quantidade de particulados identificados sobre a vegetação e os telhados das residências.

Em relação às tecnologias de captação e armazenamento de águas pluviais para fortalecimento da pequena produção familiar com base agroecológica, em comunidades dos municípios de Cacimbas, Cacimba de Areia e Teixeira há o aproveitamento de afloramentos rochosos para a construção de tanques de pedras; nas comunidades de Cacimbas há a construção de cisternas, com capacidade de armazenar aproximadamente 50 mil litros d'água, com área de captação em lajedos; em Teixeira e Cacimba de Areia há a construção de

barragens subterrâneas para ampliação de áreas específicas para fortalecer a pequena produção agropecuária. Algumas destas tecnologias são apoiadas pelo P1+2, da Articulação no Semiárido Brasileiro. Em relação a tecnologias para captação das águas de poços artesianos, há a instalação de bombas d'água popular, a partir de parcerias que vem sendo construídas com a Articulação no Semiárido Brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às famílias agricultoras que vem desenvolvendo experiências de convivência com a região semiárido no Médio Sertão da Paraíba; a Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA) e Articulação no Semiárido Paraibano responsáveis pela construção de um clima de otimismo na região semiárida; às organizações sociais com atuação no Médio Sertão da Paraíba: à Ação Social Diocesana de Patos, Unidade Gestora Microrregional do Médio Sertão Vales, ao Programa de Promoção e Ação Comunitária (PROPAC), à Central de Associações Comunitárias de Cacimbas e Região (CAMEC), ao Centro de Educação Popular e Formação Social (CEPFS); ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab'Sáber, A. **O domínio morfoclimático das caatingas brasileiras**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, Geomorfologia,1974.

AESA. **Mapas do Plano Estadual de Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/mapas.html> Acesso: 17 ago 2009.

Araújo, I.P. **Diagnóstico das fontes de abastecimento hídrico na Microbacia Hidrográfica do Rio Farinha/PB.** Monografia (Especialização em Educação Ambiental e Sustentabilidade – Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais). Patos-PB: UFCG/CSTR, 2008. 60f.

Brasil. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Nova delimitação do Semi-árido Brasileiro**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005. Disponível em: <http://*www.integracao. gov.br*>. *Acesso: 07 mar 2009.*

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Programa de Água Subterrânea para o Semi-árido Brasileiro**. Recife: CPRM, 2002. Disponível em: < http://proasne.net/ PA RSNEFinal. pdf> Acesso: 04 set 2008.

_____ – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea:** Diagnóstico do Município de Areia de Baraúnas, Estado da Paraíba. Orgs: João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Júnior, Franklin de Morais, Vanildo Almeida, Jorge Luiz Fortunado de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10p

Damm, K.; Farias, N. **A bomba d'água popular e a construção do Programa BAP**. In: Tecnologias Apropriadas para Terras Secas – Manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil. Ângela Küster, Jaime Ferré Martí, Ingo Melchers (Orgs). Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTZ, 2006. 212p. pp. 139-155.

Melo Filho, J.F.; Souza, A.L.V. **O manejo e a conservação do solo no semi-árido baiano:** desafios para a sustentabilidade. In: Revista Bahia Agrícola, v.7, n.3, Nov.2006. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/socioeconomia04_v7n3.pdf> Acesso: 03 set 2008.

Malvezzi, R. **Semi-árido** – uma visão holística. Brasília: CONFEA, 2007. 140 p.

Moura, E.M. **Avaliação da disponibilidade hídrica e da demanda hídrica no trecho do Rio Piranhas-Açu entre os Açudes Coremas-Mãe d'Água e Armando Ribeiro Gonçalves**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária – Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007. 123 f. Disponível em: <http://bdtd.bczm.ufrn.br/tede simplificado/tde_arquivos/32/TDE-2007-11-07T072042Z-906/P ublico/EulinaMM.pdf> Acesso em: 01 ago 2008.

RTS. **Registro do I Fórum Nacional da RTS**. Salvador, dezembro de 2006. Brasília: RTS e Abipti, 2007a. 122 p. il. color.

_____. **Relatório bienal:** abril de 2005 a abril de 2007. [Brasília]: Athalaia Gráfica e Editora, 2007b. 45 p. il.color.

Silva, R.M. **Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semi-árido:** transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. 2006. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental) – Universidade de Brasília, 2006. 298 f. Disponível em: <http:///www.asabrasil.org.br>. Acesso em 22 out. 2007.

_____. **Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido:** transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. 276p. (Série BNB Teses e Dissertações, n. 12).

REGIME DE CHUVAS MENSAL E ANUAL DO MUNICIPIO DE POCINHOS AO LONGO DOS ULTIMOS 17 ANOS

Rafaela Felix Basílio da Silva[1], Danielle Ferreira de Melo[2] & Soahd Arruda Rached Farias[3]

Resumo: As Técnicas utilizadas para o armazenamento de água no meio rural tornam-se insuficiente devido a grande demanda existente. A água é um elemento indispensável à vida, por isso a faz-se necessário estudo com medidas eficientes para a captação do máximo volume de água possível. Para isso é necessário estabelecer através de um levantamento histórico, as épocas de maior precipitação no estado devido à irregularidade das chuvas. O objetivo deste trabalho é apresentar a gravidade da situação acima, e conseqüentemente, promover alternativa para o problema em questão. O município de Pocinhos- PB está situado no semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005 sendo caracterizado com baixas reposições de água de chuva, tendo como esperado anualmente 382,3 mm, o que exige mais atenção do poder público em promover obras de captação de água de chuva, em reservatórios fechados (cisternas e cisternões), pois evita a evaporação que é elevada, e barramentos subterrâneos em riachos, como forma de evitar perdas por escoamentos, além de minimizar a evapotranspiração, com a água retida nos poros do solo. Assim como técnicas agrícolas para promover maior infiltração de água no solo, permitindo maior umidade e possível sucesso na agricultura de sequeiro.

Palavras-chave: semiárido, captação de água, armazenamento de água de chuva

INTRODUÇÃO

No semiárido do Nordeste Brasileiro, há uma necessidade muito grande de estudos voltados para captação e armazenamento de água, isso se dá devido as características físico-ambientais existentes na região, que apresenta chuvas concentradas em poucos meses do ano, que é em média 750 mm/ano, cobertura vegetal rasteira (caatinga), embasamento cristalino predominante que dificulta a retenção da água no solo, o forte escoamento superficial (*run off*), evapotranspiração potencial acima de 2000mm, predominância de rios intermitentes, e eventos hidrológicos extremos (secas e cheias) (VIEIRA & FILHO,2006).

Estudos desenvolvidos em regiões áridas e semiáridas do mundo enfatizam a necessidade de se armazenar água, principalmente no subsolo, aproveitando as técnicas antigas usadas por pequenos agricultores e, atualmente, avaliadas e adaptadas para outras regiões agroecológicas, visando ao suprimento de água no meio rural (SILVA & PORTO, 1982).

A água é um bem vital para que haja um desenvolvimento social e econômico desta região. A insegurança causada pelo fornecimento de água nessa região tem incentivado os governantes e particulares a investir em técnicas e estudos para tentar solucionar esses problemas. Segundo Cirilo et al, (2012) é fato que grandes esforços vêm sendo empreendidos com o objetivo de implantar infra-estruturas capazes de disponibilizar água suficiente para garantir o abastecimento humano e animal e viabilizar a irrigação.

De acordo com Lopes et al, (2012) alternativas de manejo do solo e da água com objetivo de captar e armazenar água da chuva começou a ser desenvolvidas, pela Embrapa Semiárido, desde a década de 80 e estão sendo implantadas nas propriedades e comunidades rurais do Semiárido do Nordeste em parceria com órgãos públicos, através das secretárias de agricultura municipais e estaduais. As principais alternativas tecnológicas desenvolvidas são: barragem subterrânea, cisterna rural, entre outras.

[1] Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Fone: (83) 8883-8129 e-mail: rafaellafelix_@hotmail.com
[2] Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande
[3] Eng. Agrícola, Professora Universidade Federal de Campina Grande

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo tomou como referência o município de Pocinhos-PB que está situado no Planalto da Borborema, na mesorregião do agreste paraibano (Figura 1) na microrregião do Curimataú Ocidental (IBGE,2008) (Figura 2), com uma área de 629,521km², representando um percentual de 16,23% da microrregião e de 1,12% do estado. A sede está a uma altitude de 640 metros acima do nível do mar e as coordenadas geográficas são de 7º04'36" de latitude S e 36º03'40" de longitude W, que foram cedidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), em Campina Grande. Distância: 152 km da capital, João Pessoa, e a 30 km da cidade de Campina Grande, com quem mantêm intenso relacionamento econômico social. A cidade tem uma precipitação de 400 a 600 milímetros anuais e altas taxas de evaporação.

Figura 1. Localização de Pocinhos na Paraíba

Figura 2. Mapa das Mesorregiões Geográficas da Paraíba (Wikimedia Commons, um acervo de conteúdo livre da Wikimedia Foundation)

O município está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005. Esta delimitação tem como critérios o índice pluviométrico, o índice de aridez e o risco de seca.

O município em questão tem como principais aspectos econômicos a agricultura e pecuária, por esse motivo a cidade foi escolhida como objeto de estudo.

Realizou-se um levantamento histórico dos dados climáticos dos últimos 17 anos e dados de climatologia do município através do site AESA (2012), além dos dados de evapotranspiração de referencia baseado em Hargreaves (1974) citado em SUDENE/MINTER (1984), e foi observado o período chuvoso do município através da climatologia e ao longo dos 17 anos, em que momento excedeu ou foi inferior ao esperado, além de uma avaliação de alguns parâmetros da estatística descritiva (média, mínimo, máximo, desvio padrão e coeficiente de variação).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Pocinhos- PB encontra-se dentro de um divisor de bacias hidrográficas do Rio Paraiba e Rio Curimataú (AESA, 2012), portanto durante o processo chuvoso, quando não planejado obras de captação de água de chuva, o escoamento que ocorrer naquele município, será extremamente agravante, além de está entre os 21 municípios da Paraiba que possui regime de chuvas esperado abaixo de 500 mm ano^{-1}, conforme pode-se ver em mapas do site da AESA (2012), associado a estes fatores, a evapotranspiração de referencia do local (Jofelly) é 1.497,3 mm ano^{-1},(SUDENE/MINTER, 1984) o que fortalece a necessidade de maior estudo sobre o adequado aproveitamento dos recursos hídricos locais.

De acordo com a Tabela 1, observou-se que durante o período de março a julho, que são os meses considerados chuvosos na região, a Evapotranspiração de referencia é menor, no entanto, ainda considerado elevado no mês de março e abril que são os meses que dão início ao período de chuva.

Tabela 1. Valores de precipitação mensal numa série dos últimos dezessete anos no município de Pocinhos-PB, com avaliação de estatistica descritiva e evapotrasnpiração de referencia (ETR)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1995	6,3	42,6	38,5	9,5	28,3	69,9	131,5	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0	330,5
1996	8,1	10,6	30,2	125,6	37,5	38,4	39,7	48,0	10,3	0,0	15,0	0,0	363,3
1997	1,2	45,9	198,4	78,0	64,8	15,4	31,8	13,1	4,3	0,0	0,0	9,3	462,2
1998	2,6	21,1	24,4	2,5	16,1	14,0	22,1	54,5	0,6	10,5	0,3	2,4	171,1
1999	2,9	37,1	59,9	25,5	32,5	9,7	51,0	12,5	1,9	5,7	0,0	12,5	251,2
2000	31,3	95,5	0,7	60,8	27,0	121,9	69,1	54,6	54,3	13,2	7,0	8,0	568,1
2001	25,5	6,3	102,8	50,7	7,2	70,3	46,5	23,6	8,7	15,0	0,0	5,7	362,3
2002	69,0	31,4	31,0	4,4	44,7	79,2	17,7	14,2	1,0	2,0	10,4	5,0	310,0
2003	10,3	41,1	57,3	144,6	27,0	28,3	28,1	9,0	15,9	2,1	1,3	0,0	365,2
2004	226,3	107,6	29,1	47,9	101,4	66,5	68,8	17,6	8,9	0,0	2,0	0,0	676,1
2005	50,1	7,5	121,3	30,1	80,1	89,7	18,3	48,9	5,2	4,4	1,4	62,8	519,8
2006	1,1	18,7	71,5	37,3	44,0	58,4	19,1	28,9	0,0	0,0	1,7	0,0	280,7
2007	5,0	18,1	26,3	58,1	34,4	49,1	21,8	61,5	22,9	1,8	8,3	6,6	313,9
2008	40,7	0,6	151,9	80,0	69,0	42,0	56,4	36,8	9,9	3,1	0,5	14,6	505,5
2009	14,9	84,1	12,3	143,3	35,8	66,1	58,1	38,1	2,7	0,0	5,0	2,1	462,5
2010	101,2	6,1	22,0	42,6	19,9	99,3	13,6	30,0	9,5	14,8	0,3	13,6	372,9
2011	75,1	58,5	44,9	71,8	203,4	78,5	152,8	50,2	1,5	1,2	5,9	0,0	743,8
Média (17 Anos)	39,5	37,2	60,1	59,6	51,4	58,6	49,8	31,9	9,3	4,3	3,7	8,4	415,2
Máximo (17 anos)	226,3	107,6	198,4	144,6	203,4	121,9	152,8	61,5	54,3	15,0	15,0	62,8	743,8
Mínimo (17 anos)	1,1	0,6	0,7	2,5	7,2	9,7	13,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	171,1
Desvio Padrão	56,8	32,6	53,8	44,3	46,1	31,4	39,4	18,9	13,2	5,5	4,4	14,9	151,2
Cv (17 anos) (%)	143,7	87,5	89,5	74,3	89,8	53,6	79,2	59,4	142,0	126,5	117,5	177,9	36,4
Climatologia (AESA)	20,7	35,3	60,5	68,6	52,5	51,2	47,1	18,3	9,7	5,3	3,7	8,0	382,3
ETR	161,2	142,8	139,5	114,0	89,9	75,0	80,6	99,2	126,0	151,9	156,0	161,2	1497,3

Fonte: Precipitação dos 17 anos e Precip esperada (climatologia) (AESA. 2012) e ETR (SUDENE/MINTER, 1984)

Com isso podemos destacar a importância da captação da água da chuva na região, pois já existe uma perda considerável da água pela evaporação e pelo embasamento cristalino predominante que dificulta a retenção da água no solo e acarreta na perda por escoamento superficial.

Observa-se na Tabela que a cidade de Pocinhos-PB que 04 meses de chuvas acumuladas mensal acima de 50 mm, valor inexpressivo para promover uma produção agrícola, e que apenas em ambientes que possam acumular mais água (vinda de outras áreas por escoamento) é que poderá ter maior resposta de safra agrícola de sequeiro. Nota-se que nestes 17 anos analisados o período chuvoso fica entre março a julho, porém no ano de 1998 a precipitação não foi a esperada pois ficou muito abaixo da média de todos os outros anos nesse período, prejudicando fortemente o desenvolvimento da agricultura da região.

Nos anos de 1999, 2007 e 2010 a precipitação também não foi exatamente a esperada, mas não tão fraco quanto em 1998. No entanto, os outros anos, exceto 2011 que choveu acima da média desse período, apresentaram uma média de precipitação esperada que poderia ter sido bem aproveitada caso existisse mas obras de captação e armazenamento de água, que beneficiaria todos os setores no período de estiagem. O ano de 2011 superou qualquer expectativa com uma precipitação em quase o dobro da climatologia esperada que é de 382,3 mm ano^{-1}(AESA, 2012).

No aspecto de avaliação estatística, observa-se que os meses de janeiro e fevereiro (verão) e junho, julho e agosto (inverno) apresenta média superior ao longo dos 17 anos, com relação a climatologia (AESA,2012) esperada para o município , mas o mês considerado mais chuvoso no local (abril) teve uma queda de 14% do que é esperado, também observa-se que todo período considerado chuvoso, tem um coeficiente de variação entre março (89,5%) e junho (53,6%) indicando irregularidade elevada para planejamento agrícola com agricultura de sequeiro obtendo sucesso.

As chuvas que ocorrem no outono/verão são poucas e com variabilidade elevada, expressado em CV (%) acima de 100%, porém com valores médios pequenos, sendo muito útil para a pastagem, que pode obter sucesso em massa verde para as plantas, quando infiltrado, e contribuindo para a florada de algumas frutíferas, como o Umbu nas áreas nativas , assim como Manga e caju nos baixios/riachos secos da região.

No aspecto de chuvas acumuladas mensalmente, os sete primeiros meses, pode-se observa valores superiores a 100 mm $mês^{-1}$, mas neste mesmo intervalo de meses, observa-se que no primeiro semestre, todos os meses tiveram em algum momento dos 17 anos, chuvas abaixo de 10 mm.

Os dados de evapotranspiração do local (1.497,3 mm ano^{-1}) confrontando com a climatologia com 382, 3 mm ano^{-1}, indica que a vegetação nativa do bioma Caatinga ainda é a mais indicado para sua convivência, e portanto encontrar valores econômicos em frutos nativos, forragem para animal (protéica ou volumosa), deve está presente nos propósitos de planejamento agropecuário, considerando que a irrigação que possa existir, são pontuais e limitadas.

Através do conhecimento do regime de chuvas do local é passível de maior sucesso na convivência, desde que obras de captação de água para armazenamento em mananciais e reservatórios fechados existam, associado a indução de mais infiltração nos solos, através de diversas técnicas agrícolas e permanência de cobertura arbórea. A função da assistência técnica rural é imprescindível e para tanto, possa também existir políticas públicas fortalecendo com recursos de financiamento ou doação de forma determinada e disseminada com vistas a incrementar ano a ano, condições mais acessíveis a manter a água que é precipitada no local, principalmente o município de Pocinhos, que abriga nascente de vários afluentes importantes para três bacias hidrográficas da Paraíba (AESA, 2012).

Uma das opções para intensidades elevadas de chuvas e com falhas de novas chuvas ao longo dos meses considerados chuvosos, é a Cisterna rural que possibilita melhor qualidade de água e um dos mais seguros de contaminação, devido sua característica de reservatório fechado, visando armazenar a água da chuva sem risco de evaporação e atendendo as necessidades do consumo humano e de pequenos animais da propriedade, caso não exista outras fontes de vazão constante ou volume suficiente, já que esta técnica é de caráter permanente

destinada a captar, preservar e minimizar as perdas de água de chuva proveniente do escoamento superficial e evaporação.

CONCLUSÕES

O município de Pocinhos, na Paraíba, possui um dos mais baixos índices de chuva anual esperado, o que exige maior atenção do poder público quanto a realização de obras de captação de água de chuva, sendo portanto necessário projetar quantidade maior de reservatórios, considerando sim, o telhado existente como possível capacidade de prover maior volume de água, e não apenas a construção de uma única cisterna de placas com capacidade de 16.000litros.

A questão de captação e manejo de água de chuva é de uma importância ímpar para as regiões do país que apresentam características semelhantes ao município de Pocinhos e as principais alternativas desenvolvidas para esse problema são: Barragem subterrânea, que consiste em armazenar água de chuva no subsolo, interceptando o fluxo de água superficial e subterrâneo através de uma parede impermeável construída transversalmente a direção das águas, permitindo dessa forma o acúmulo de água apara alimentar culturas perenes e anuais mesmo com distribuição irregular do inverno, desde que seja avaliado o nível de sais existente nos riachos a serem barrados, como também a cisterna e cisternões, desde que sejam fechados (cobertos).

O município tem uma variação de expectativa de chuvas elevada, exigindo técnicas agrícolas para maior infiltração de água durante o processo de chuvas (intensos e instantâneos), permitindo maior reserva hídrica no solo e atingir portanto maios disponibilidade de água para as plantas, o que pode promover em alguns casos, sucesso na produção, mesmo com alguns intervalos para ocorrência de novas chuvas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. http://www.aesa.pb.gov.br, 14 de junho de 2012.

Cirilo et al. In: A questão da água no semiárido brasileiro. Disponível em: http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-811.pdf acessado em 14 de junho de 2012.

Divisão Territorial do Brasil. Divisão Territorial do Brasil e Limites Territoriais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (1 de julho de 2008). Página visitada em 11 de outubro de 2008.

Lopes et al. In: Captação e Armazenamento de água de chuva no semi-árido do nordeste do Brasil. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/129165/1/OPB420.pdf acessado em 14 de junho de 2012

Silva, A.de S.; Porto, E.R. Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do trópico semi-árido do Brasil. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1982.Documentos, 14

http://pt.wikipedia.org/wiki/Para%C3%ADba

SUDENE/MINTER, Dados Climáticos Básicos do Nordeste Brasileiro, Recife, PE, 1984

Vieira, V. P.P.B.; Filho, J.C.G.G. Água doce no Semi-árido. In: REBOUÇAS, A da C. *et al.*Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras,2006.Cap.15, p.481-505.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

INFLUÊNCIA DO DESCARTE DAS PRIMEIRAS ÁGUAS DE CHUVA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA ENCAMINHADA ÀS CISTERNAS[1]

José Roberto Santo de Carvalho[2], Júlio Cesar Azevedo Luz de Lima[3], Manuella Lopes Figueiras[4], Luis Lucena Medeiros[5], Sylvana Melo dos Santos[6] & Sávia Gavazza[6]

Resumo: No presente trabalho foi avaliada a influência da intensidade de precipitação, aliada ao desvio individual dos quatro primeiros milímetros de precipitação, sobre a qualidade da água encaminhada à cisterna. Foi também avaliado o desempenho de um dispositivo automático concebido para desviar o 1º mm de cada evento de precipitação. Os experimentos foram conduzidos inicialmente por meio de precipitação simulada (PS), seguida da avaliação, em campo (precipitação natural), do desempenho do dispositivo implantado em zona rural do agreste de Pernambuco. Os resultados obtidos para PS indicaram que é o 1º milímetro desviado o responsável pela remoção substancial dos poluentes: 93,7%, 93,2%, 98,2% e 100%, respectivamente para turbidez, cor aparente, coliformes totais e *E.Coli* para I = 23 mm/h. No entanto, o aumento na intensidade da precipitação, correspondeu ao aumento na contribuição do primeiro milímetro. A avaliação do dispositivo de desvio, em campo, indicou que este foi responsável pela remoção de 94,2% e 44,8%, respectivamente nos teores de coliformes totais e bactérias heterotróficas totais.

Palavras-chave: cisternas, qualidade de água, descarte das primeiras águas de chuva, precipitação simulada, precipitação natural.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a diminuição dos recursos hídricos em cenário global se tornou um dos principais problemas enfrentados pelos países no mundo inteiro. Nos países em desenvolvimento este cenário de escassez de água potável é evidenciado, devido à falta de infraestrutura para utilização dos recursos hídricos disponíveis.

A população em diversos países tem utilizado a captação da água de chuva, para fins potáveis e não potáveis, como forma de enfrentamento da escassez de água, sendo comum o armazenamento em tanques próprios, as cisternas (Helmreich & Horn, 2008). O incentivo dessa prática no Brasil ganhou força com o programa 1 milhão de cisternas (P1MC), formulado pela Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), por meio do qual o governo federal já implantou cerca de 350 mil cisternas (ASA, 2002). Apesar disso, é importante garantir que água de boa qualidade seja armazenada nas cisternas e, neste contexto, alguns fatores têm influência sobre essa qualidade, como material da superfície de captação (Mendez *et al.*, 2011); uso e forma de desvio das primeiras águas de chuva (Souza *et al.*, 2011;); forma de manejo (Martinson & Tomas, 2003) e intensidade da precipitação.

O presente trabalho pretendeu contribuir para o entendimento do papel do dispositivo de desvio sobre a qualidade da água encaminhada às cisternas. Para isso, em instalação experimental, foi avaliada a influência que os quatro primeiros milímetros, individualmente, exercem sobre a qualidade da água, para duas intensidades diferentes de precipitação. Adicionalmente, foi avaliada a influência que um dispositivo de desvio automático, concebido neste trabalho, exerceu sobre a qualidade da água da chuva encaminhada às cisternas.

[1] Projeto Financiado pelo CNPq/CT-HIDRO (Processo no. 577035/2008-8) e (Processo. no. 556202/2009-0)
[2] Estudante Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/CAA, Laboratório de Engenharia Ambiental - LEA, Caruaru-PE. 55002-970. Fone: (081) 2126-7771, e-mail: junior-baeh@hotmail.com
[3] Engenheiro Civil, Aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFPE
[4] Estudante de Engenharia Civil, UFPE-CAA
[5] Técnico do LEA, UFPE-CAA
[6] Doutora em Engenheira Civil, Professora do Campus de Caruaru da UFPE

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento com precipitação artificial

Os ensaios foram conduzidos em Instalação Experimental (IE) instalada no campus de Caruaru da UFPE, que consistiu em uma cisterna de 16000 L, um telhado com área de captação de 59 m^2, um sistema de bombeamento (bomba *Schneider 1CV*) com aspersores e calha para coleta da precipitação simulada. Os aspersores de 360º (*Fabrimar*) foram distribuídos no telhado de captação, espaçados 0,68 m verticalmente e 1,44 m horizontalmente totalizando 16 aspersores, sendo que, nas extremidades, os mesmos apresentavam giro de 180º e nas quinas de 90º. Na linha de recalque da bomba foram instalados um hidrômetro (*Sappel*, DN-25) e um manômetro (*MECALTEC*- de 0-20 mca) para controle da quantidade e intensidade de água encaminhada ao telhado.

Para simulação da precipitação foi utilizada água potável, adquirida junto à companhia de saneamento local (Compesa) e foram avaliadas duas intensidades de precipitação (23 mm/h e 46 mm/h), sendo coletadas individualmente as amostras provenientes do primeiro, segundo, terceiro e quarto milímetros de precipitação. A menor intensidade de precipitação foi utilizada por ser de comum ocorrência na região de Caruaru-PE (INPE, 2012) e a maior foi estabelecida para avaliação de uma condição mais extrema de precipitação. Os experimentos foram conduzidos em duplicata de experimento.

A montagem experimental se localiza no estacionamento da universidade, cujo acesso é feito por meio de ruas não pavimentadas. Adicionalmente, houve a necessidade de se fazer uma contaminação bacteriológica artificial do telhado, uma vez que nos testes iniciais do sistema não se detectou presença de microrganismos. Para contaminação do telhado foram utilizados 400 mL de lodo (40,2 g SSV/L), provenientes da ETE Mangueira, que apresenta boa diversidade microbiana (Lucena *et al.*, 2011). Esse lodo foi uniformemente aspergido sobre o telhado.

Para separação de cada milímetro de PS que passou pelo telhado, foram utilizados quatro baldes plásticos (A, B, C e D), graduados para acumular 59 L em cada balde. Desta forma, cada balde armazenava 1 mm de PS. Foi adaptada uma mangueira flexível para facilitar o direcionamento da água aos baldes. Para avaliação da introdução de poluentes na água ao longo do percurso foram coletadas 10 amostras, sequencialmente, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Descrição das amostras coletadas ao longo do percurso da água do os ensaios de PS

Amostra	Descrição
1	Água potável - representativa da água da precipitação
2	PS após passar por telhado e calhas
3	PS após 1º milímetro de precipitação
4	PS após 2º milímetro de precipitação
5	PS após 3º milímetro de precipitação
6	PS após 4º milímetro de precipitação
7	Água coletada no interior do balde A
8	Água coletada no interior do balde B
9	Água coletada no interior do balde C
10	Água coletada no interior do balde D

A retirada da amostra no interior de cada balde foi realizada imediatamente após o seu enchimento, seguido de agitação, evitando descaracterizar a amostra em função de uma possível decantação dos sólidos em suspensão no interior de cada balde. As seis primeiras amostras foram analisadas da forma como foram coletadas em campo, enquanto as amostras 7, 8, 9 e 10, foram misturadas na proporção de 1:1 para representar a água desviada da cisterna, conforme apresentado na Tabela 2.

Os seguintes parâmetros foram analisados, de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005), em todas as amostras: cor real e aparente (2120C); turbidez (2130B); pH e

Tabela 2. Amostras misturadas para simular a água desviada dos 4 primeiros milímetros de chuva

Interior do desvio	Amostras
1° milímetro (I1)	7
2° milímetro (I2)	7+8
3° milímetro (I3)	7+8+9
4° milímetro (I4)	7+8+9+10

alcalinidade (2320B); sólidos suspensos totais – SST (2540D); coliformes totais e *E.Coli* (9223B); e bactérias heterotróficas (9215 B).

Experimento com chuva real utilizando dispositivo de desvio

Neste trabalho foi desenvolvido, e avaliado o comportamento, de um dispositivo de desvio de tubos acoplados (Figura 1a), confeccionado em tubos e conexões de PVC. Esse tipo de desvio, que se destaca pela estanqueidade, facilidade de confecção, instalação e baixo custo. Este foi instalado em uma residência localizada na cidade de Pesqueira-PE, cujo telhado apresenta inclinação de 27% e área igual a 50,77 m^2, o que resultou em 6,5 m de tubos para armazenar 1 mm de precipitação. O objetivo foi analisar a eficiência do dispositivo, acompanhando as variações na qualidade da água durante o percurso até a cisterna da residência. Esses experimentos foram realizados durante dois eventos de chuva ocorridos em dois anos consecutivos, na mesma época do ano (entre os meses de agosto e setembro).

A. B.

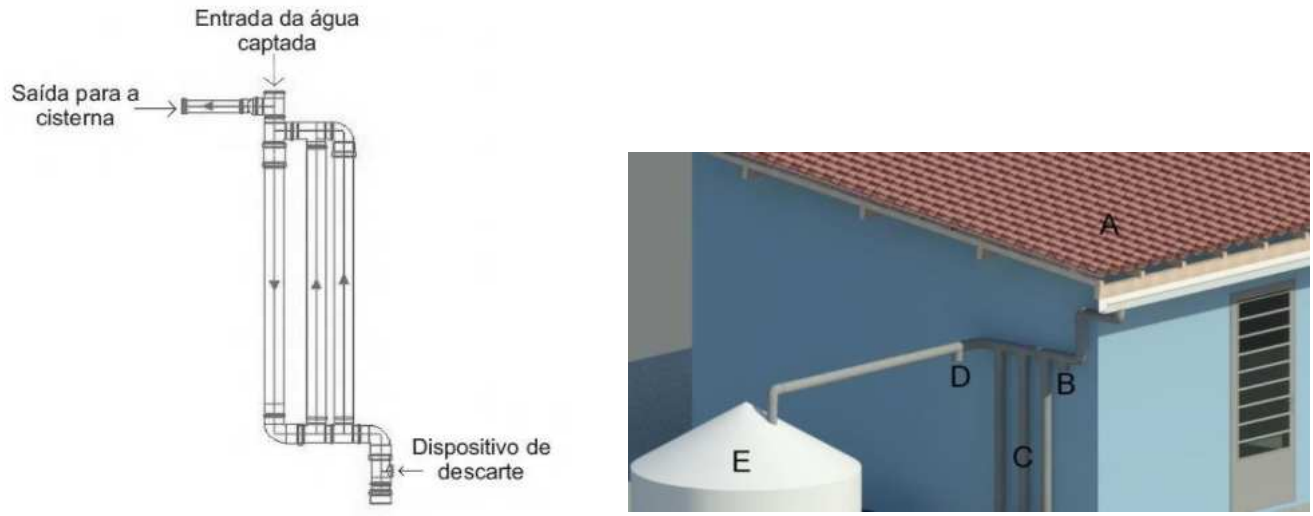


Figura 1. Dispositivo de desvio de tubos acoplados: (A) Esquema ilustrativo; (B) Ilustração dos pontos de coleta de água durante uma precipitação real

Quando do início de um evento de precipitação foi coletada amostra de água nos pontos A (água da chuva, coletada em recipiente de plástico, desinfetado com álcool 70%), B (água que passou pelo telhado e calhas), C (água do interior do desvio), D (água encaminhada a cisterna) e E (água armazenada no interior da cisterna) (Figura 1b). Foram analisados os mesmos parâmetros do experimento de PS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento com precipitação artificial

Os resultados obtidos para cor aparente e turbidez são apresentados na Figura 2, e merece destaque os elevados teores de cor e turbidez da PS no ponto 2, que decorrem do fato de a instalação experimental estar

situada no estacionamento da UFPE. Esses valores são 7,9 e 9,8 vezes superiores aos observados no interior de desvios na cidade de Pesqueira-PE (Souza *et al.*, 2011). No presente trabalho observa-se ainda que o primeiro milímetro foi responsável pela maior parcela de redução da cor e turbidez da água que seria encaminhada à cisterna (comparação dos pontos 2 e 3 da Figura 2).

A. B.

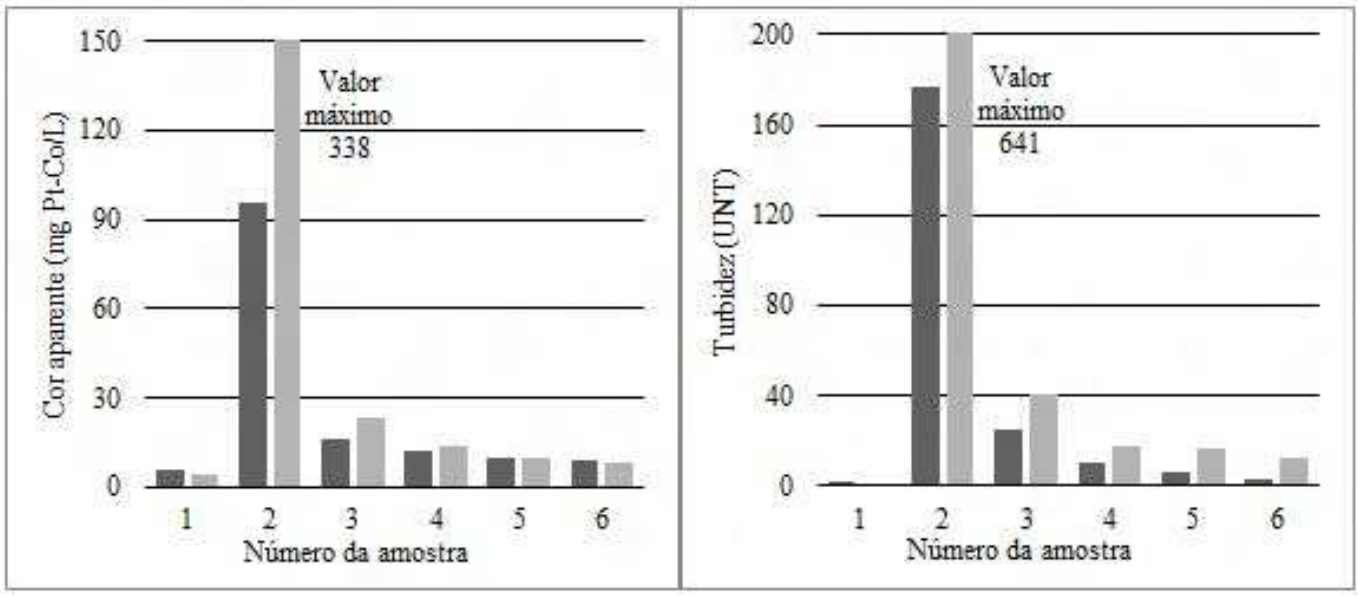


Figura 2. Resultados obtidos para PS ao longo do percurso, com avaliação da influência dos 4 primeiros milímetros de precipitação, para as intensidades de precipitação de 23 mm/h (cinza escuro) e 46 mm/h (cinza claro): (a) cor aparente e (b) turbidez. Numeração das amostras indicadas na Tabela 1

As eficiências de redução de cor durante o descarte do primeiro milímetro foram iguais a 83,3% e 93,2%, respectivamente para as precipitações de 23 mm/h e 46 mm/h. Os valores correspondentes obtidos para turbidez foram 86% e 93,7%. O incremento proveniente do descarte dos demais milímetros (2º, 3º e 4º mm) foi pouco significativo em relação ao primeiro. Igualmente, não se observou influência significativa da intensidade de precipitação sobre a remoção de cor entre os milímetros descartados.

O comportamento observado para PS parâmetros microbiológicos (dados não apresentados) (coliformes totais e *Escherichia Coli*) foi semelhante ao observado para cor e turbidez (Figura 2). A importância do 1º mm descartado é mais evidente para os parâmetros microbiológicos. A remoção de coliformes totais foi igual 98%, sendo importante observar que elevado teor foi desviado no primeiro milímetro. No entanto, para coliformes o desvio do 2º mm aumentou a eficiência para 99,3%, reduzindo os valores de 13400 para 4960 (NMP/100 mL), respectivamente apos 1º e 2º mm.

Para *E-coli* o desempenho foi ainda melhor, não tendo sido detectada presença de microrganismos pertencentes a esse grupo após o desvio do 1º milímetro da PS. Neste caso fica mais evidente a importância de se desviar o primeiro milímetro de precipitação. Lee *et al.* (2012) avaliaram a influência do tipo de material do telhado sobre a qualidade da água de chuva escoada. Os autores detectaram baixo níveis de *E-coli* para todos os materiais avaliados, sendo 14 UFC/100 mL para telhado de madeira, 18 UFC/100 mL para concreto, 8 UFC/100 mL para telha cerâmica e 4 UFC/100 mL para telha de aço galvanizado.

Experimento utilizando dispositivo de tubos acoplados

Nos dois experimentos realizados observa-se influência nos parâmetros provocada pelo desvio do primeiro milímetro de chuva. Em relação à turbidez (Figura 3) os valores obtidos após o desvio (ponto D), em ambos

os experimentos, comparados com os valores obtidos no interior do desvio, ponto C, indicaram que o dispositivo de descarte foi eficiente em reter partículas em suspensão, com eficiência iguais a 62,4% e 49,6%, respectivamente para os anos 1 e 2. Observa-se ainda que em ambos os experimentos os valores encontrados nos pontos após o desvio e no interior da cisterna estão de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria MS nº 2.914/2011 que limita a turbidez em 5 UNT na rede de distribuição. Comparando esses resultados com os obtidos para o experimento com PS (eficiência de remoção de turbidez igual a 93,7%), cabe ressaltar que é provável que as amostras coletadas no experimento com precipitação natural podem não ter sido coletadas imediatamente após o início da precipitação, o que pode ter causado tal diferença.

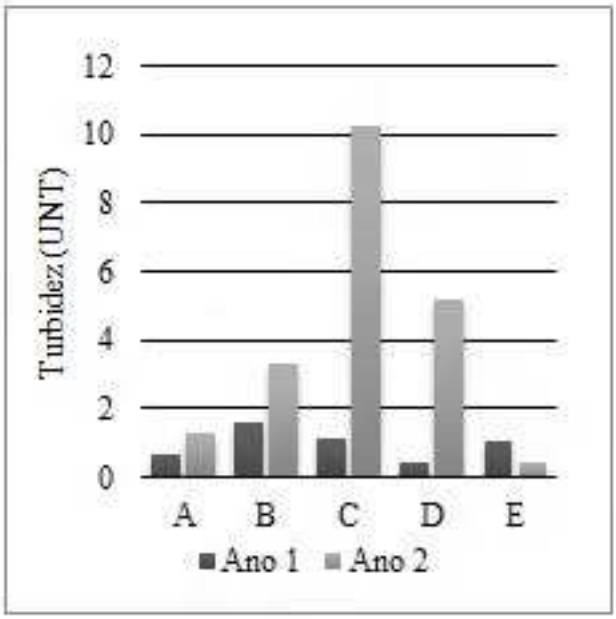


Figura 3. Turbidez nos pontos de coleta dos experimentos dos anos 1 e 2, valendo a seguinte correspondência: A - água da chuva; B - antes do desvio; C - interior do desvio; D - após o desvio; E - água retirada utilizando a bomba da cisterna

Os resultados obtidos para coliformes fecais e bactérias heterotróficas totais são apresentados na Figura 4. Esses resultados confirmam a importância do desvio das primeiras águas de chuvas como barreira sanitária na melhoria da qualidade da água armazenada em cisternas. Foi observada remoção de coliformes totais de 96,5% no ano 2 (do ponto B ao ponto D). Destaca-se o baixo teor de coliformes observado no ano 1, ponto B. É provável que a amostra tenha sido coletada após a água ter lavado o telhado e a atmosfera, estando as impurezas retidas no desvio. Quando a referência passa a ser bactérias heterotróficas a redução foi de 37,3% no ano 1 e 44,8% no ano 2, entre os pontos B e D. De forma semelhante ao observado com PS, não foi detectada *E-coli* nas amostras após o desvio em ambos os anos de avaliação. Isso reforça a funcionalidade do desvio com relação a esse parâmetro.

CONCLUSÕES

O desvio dos primeiros milímetros de chuva é extremamente importante para garantir o encaminhamento de água de boa qualidade às cisternas e promoveu a remoção de 93,2; 93,7; 98 e 100%, respectivamente de cor, turbidez, coliformes totais e *E-coli*, quando se utilizou precipitação simulada. Para precipitação natural, os correspondentes valores para turbidez, coliformes totais e *E-coli*, foram 62,4% e 96,5% e 100%. Adicionalmente, para as intensidades de precipitação avaliadas (23 e 46 mm/h) não se detectou influência significativa desta variável sobre a remoção dos poluentes nos quatro primeiros milímetros avaliados.

A. Valores de coliformes totais B. Valores de bactérias heterotróficas

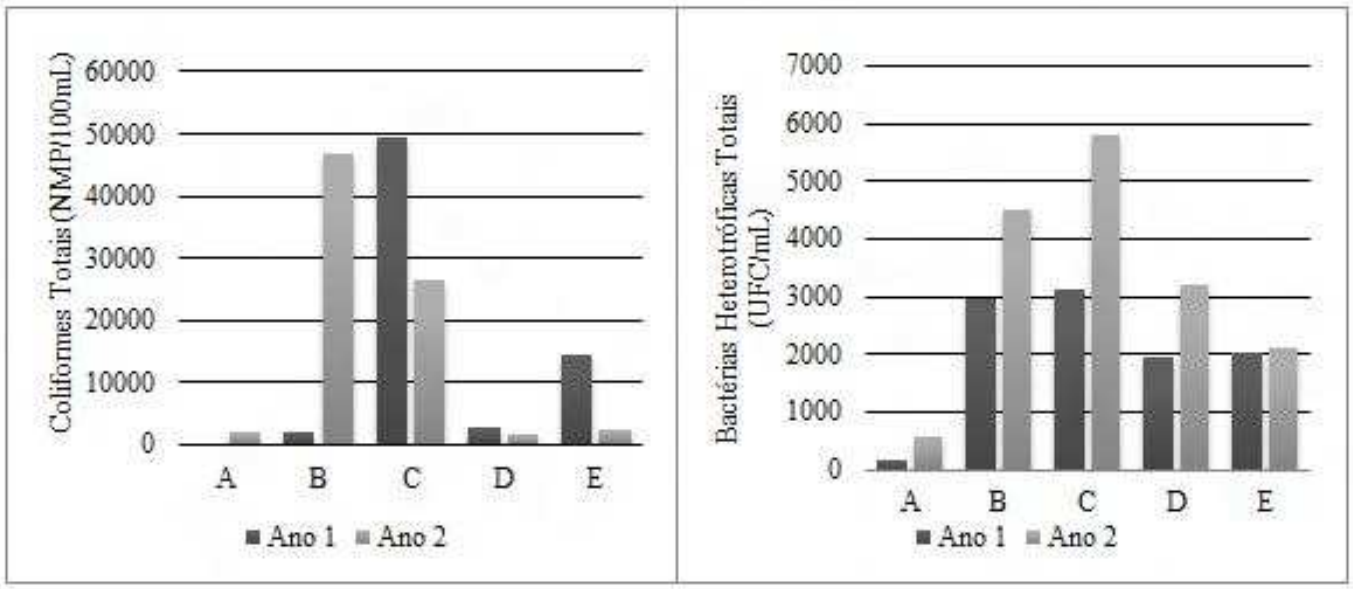


Figura 4. Resultados obtidos nos pontos de coleta dos experimentos do ano1 e 2, valendo a seguinte correspondência: A - água da chuva; B - antes do desvio; C - interior do desvio; D - após o desvio; E - água retirada utilizando a bomba da cisterna

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomento FINEP e CNPq, pelo apoio financeiro e bolsa concedida aos três primeiros autores, bem como às famílias que contribuíram com a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA - american public health association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th ed. Washington dc, usa, 2005.

ASA - articulação no semi-árido brasileiro. Programa de formação e mobilização para a convivência com o semi-árido brasileiro: 1 milhão de cisternas rurais. Recife - pe, 2002.

Brasil. Ministério da integração nacional. Nova delimitação do semiárido brasileiro. Brasília – df, 2005.

Brasil. Ministério da saúde. Portaria n° 2914, de 12 dez. 2011. Brasília – df, 20011.

Helmreich, b.; horn, h. . Opportunities in rainwater harvesting. Desalination, v. 248, p. 118–124, 2009.

Lee, j.y.; bak, g.; quality of roof-harvested rainwater e comparison of different roofing materials. Environmental pollution,162, 422-429, 2012.

Lucena, r. M.; m.; morais, m. A. J.; gavazza, s.; florencio, l.; kato, m. T. . Study of the microbial diversity in a full-scale uasb reactor treating domestic wastewater. World j microbiol biotechnol, v. 27 (12), p. 2893-2902, 2011.

Mendez, c. B.; klenzendorf, j. B.; afshar, b. R.; simmons, m. T.; barrett, m. E.; kinney, k. A.; kirisits, m. J. The effect of roofing material on the quality of harvested rainwater. Water research, v. 45, p. 2049-2059, 2011.

Souza, s. H. B. ; montenegro, s. G. ; santos, s. M. ; gavazza, s. ; nobrega, r. L. B. . Avaliação da qualidade da água e da eficácia de barreiras sanitárias em sistemas para aproveitamento de águas de chuva. Revista brasileira de recursos hídricos, v. 16, p. 13-19, 2011.

Martinson, d. B.; thomas, t. Better, research into roofwater harvesting for water supply in low-income countries. 1st american rainwater catchment systems conference, Texas, 2003.

ANA - agência nacional de águas, brasil. Relatório de conjuntura dos recursos hídricos no brasil – informe 2011, disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/; 2011.

INPE, instituto nacional de pesquisas espaciais; fornece dados referentes às precipitações no território nacional. Disponível em: http://www.inpe.br/.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CLIMATOLOGIA DA PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BANANEIRAS, PB. PERÍODO: 1930-2011, UMA CONTRIBUIÇÃO A CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Victor Herbert de Alcântara Ribeiro[1], Edilene Dias Santos[2], Raimundo Mainar de Medeiros[3], Juliana Lucas de Sousa[4] & Joselito Arruda dos Santos[5]

Resumo: Objetivou-se caracterizar a variabilidade da precipitação no município de Bananeiras, PB, o que poderá contribuir com o planejamento captação de água de água de chuva para o redução de despesas e contribuição na economia regional. Os dados utilizados nesta pesquisa foram obtidos de uma série histórica de 82 anos (1930 a 2011), dados de precipitações mensais para o período de 1930 a 2011, fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). O município de Bananeiras localiza-se no estado da Paraíba, apresenta uma área de 258 km², sua localização geográfica esta inserida na latitude de 06º46' ao Sul e sua longitude de 35º38' ao Oeste de Greenwich com uma altitude média em relação ao nível o mar de 552,0 metros. No diagnóstico dos dados foram utilizados totais mensais e anuais, as médias mensais e anuais do período, e os valores máximos e mínimos absolutos da série histórica. Os resultados mostraram que os meses de setembro a dezembro são considerados os meses com precipitação abaixo da média, seus índices pluviométricos oscilam entre 17,2 a 48,5 mm, apresentando uma média anual de 1.174,7 mm de 82 anos de observações. Ocorreram extremos de precipitação pluviométrica dos totais mensais no mês de junho com índices de 647,1 mm e no mês de outubro com 95,1 mm, enquanto que os extremos mínimos foram 0,0 com flutuações mensais de anos para ano.

Palavras-chave: Precipitação, eventos extremos, variabilidade.

INTRODUÇÃO

O clima é formado de elementos integrados, onde a variabilidade climática desempenha significativa influência nas diversas atividades sócio-econômicas de cada região. Nesse sentido, a precipitação tem papel preponderante no desenvolvimento das atividades humanas, influenciando a economia. A importância da variabilidade da precipitação influi diretamente na economia da região Nordeste, precisamente no município de Bananeiras, constituindo um aspecto que contribui para a necessidade de análise mais detalhada da variabilidade da precipitação na escala sazonal e interanual, fornecendo, assim, subsídios para captação da água da chuva para a região.

O município de Bananeiras localizado no estado da Paraíba (região Nordeste Brasileira) apresenta uma área de 258 km², sua localização geográfica esta inserida na latitude de 06º46' ao Sul e sua longitude de 35º38' ao Oeste de Greenwich com uma altitude média em relação ao nível o mar de 552,0 metros. O município está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, que apresenta relevo movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Curimataú. Os principais tributários são os rios Curimataú, Dantas e Picadas e os riachos: Sombrio e Carubeba, todos de regime intermitente. Conta ainda com os recuros do açude da Piaba. (IBGE, 2006). De acordo com a classificação de Köppen o clima do município de Bananeiras é considerado do tipo As – o clima é Tropical Chuvoso, com verão seco. O período chuvoso se inicia em janeiro/fevereiro e termina em setembro, podendo se estender até outubro. (AESA, 2011). As chuvas da região sofrem influência das massas de ar Atlânticas de Sudeste e do Norte (Francisco, 2010).

[1] Graduando em Agroecologia,UEPB,Lagoa Seca;victor_herbert_cg@hotmail.com
[2] Mestranda em Recursos Naturais,UFCG,Campina Grande;
[3] Doutorando em Meterologia,UFCG,Campina Grande;
[4] Bacharel em Administração, Pós-Graduanda em Educação Ambiental,UEPB,Campina Grande; ;julianasousa8@hotmail.com
[5] Geógrafo,Pós-graduando em Geoambiencia e Recursos hídricos do Semiárido,UEPB,Campina Grande; joselitoarruda@hotmail.com

Além de possuir uma distribuição pluviométrica anual muito irregular (1.174,7 mm) , apresenta uma temperatura máxima anual de 27,0ºC; sua temperatura mínima anual é por volta 18,8ºC e a temperatura média de 22,0ºC. A vegetação é composta por Florestas Subcaducifólica e Caducifólica.

A variabilidade climática de uma região exerce importante influência nas diversas atividades socioeconômicas, especialmente na produção agrícola. Sendo o clima constituído de um conjunto de elementos integrados, determinante para a vida, este adquire relevância, visto que sua configuração pode facilitar ou dificultar a fixação do homem e o desenvolvimento de suas atividades nas diversas regiões do planeta. Dentre os elementos climáticos, a precipitação tem papel preponderante no desenvolvimento das atividades humanas, produzindo resultados na economia (SLEIMAN, 2008).

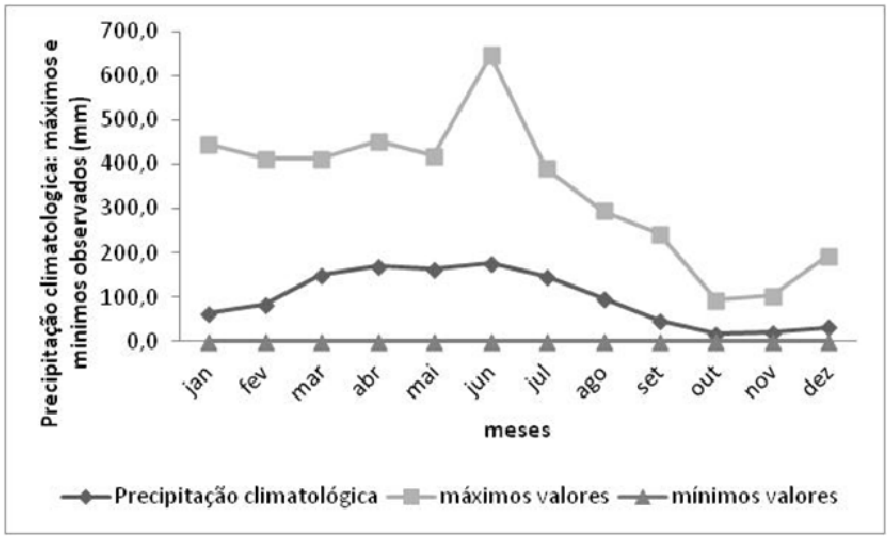
Em regiões semiáridas, como o Nordeste do Brasil, o monitoramento da precipitação, principalmente durante o período chuvoso é muito importante para tomada de decisões que possam trazer benefício para população. Atualmente, um bom monitoramento da precipitação pluviométrica é uma ferramenta indispensável na mitigação de secas e enchentes (PAULA et al. 2010). Dentre os elementos do clima, a precipitação é o que mais influencia na produtividade agrícola (ORTOLANI & CAMARGO, 1987), especialmente nas regiões tropicais onde o regime de chuvas é caracterizado por eventos de curta duração e alta intensidade (Santana et al. 2007). Por ser um elemento essencial na classificação climática de regiões tropicais, a precipitação e sua variabilidade associada a outros elementos do clima, provoca uma flutuação no comportamento geral dos climas locais. O monitoramento do regime pluviométrico da região nos últimos anos tem mostrado que a escassez de recursos hídricos acentua os problemas sócio-econômicos, em particular ao final de cada ano, com os totais pluviométricos em torno ou abaixo da média da região (Marengo e Silva Dias, 2006). Dessa forma, o objetivo foi realizar uma análise climatológica da precipitação do Município de Bananeiras, PB, utilizando-se a série histórica de 1930 a 2011, que possivelmente contribuirá nas decisões de setores como a agroindústria, pecuária, economia e agricultura do município e a captação e armazenamento da água da chuva.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de precipitações mensais utilizados neste artigo foi o da série de 1930 a 2011, No diagnóstico foram utilizados totais mensais e anuais, as médias mensais e anuais do período, e os valores máximos e mínimos absolutos da série histórica. Fornecido pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). O município de Bananeiras localiza-se no estado da Paraíba, apresenta uma área de 258 km², sua localização geográfica esta inserida na latitude de 06º46' ao Sul e sua longitude de 35º38' ao Oeste de Greenwich com uma altitude média em relação ao nível o mar de 552,0 metros. O município está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, que apresenta relevo movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Curimataú. Os principais tributários são os rios Curimataú, Dantas e Picadas e os riachos: Sombrio e Carubeba, todos de regime intermitente. Conta ainda com os recuros do açude da Piaba Para análise dos dados foi utilizado o programa da Microsoft® Office Excel (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1., o comportamento da precipitação em termos de médias mensais históricas e os valores máximos absolutos e mínimos absolutos ocorridos em Bananeiras, PB no período 1930-2011. Observa-se que a média dos totais mensais de chuva variou entre 17,2 mm em outubro e 176,6 mm no mês de junho. Os cinco meses mais chuvoso são os meses de março a junho com variações de (148,6 a 176,6 mm), os meses menos chuvosos são de setembro a dezembro com variações nos índices pluviométricos de 17,2 a 48,5 mm.



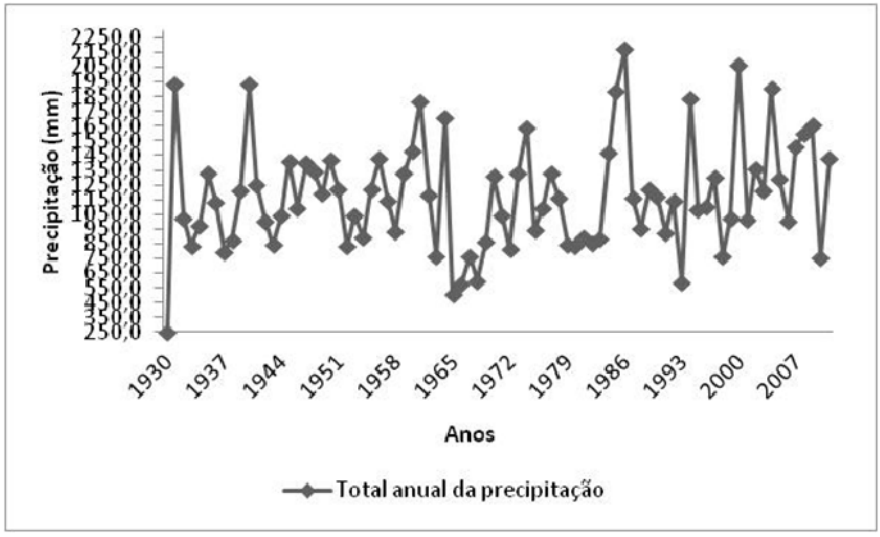
Fonte: AESA

Figura 1. Precipitação pluviométrica histórica mensal e os máximos e mínimos valores ocorridos em Bananeiras, PB no período 1930-2011

Os valores mínimos absolutos de chuvas ocorridos e registrados para a série de 1930 a 2011 e as suas flutuações mensais registradas foram 0,0 mm, os valores máximos absolutos de ocorrências de chuvas registrados na área de estudos oscilam entre 95,1 a 647,1 mm, demonstrando com isto a variabilidade espacial e temporal com grande irregularidades.

O período chuvoso inicia-se no mês de janeiro/fevereiro com chuva de pré-estação e prolonga-se até o mês de julho, o que se destaca é a frequência de irregularidade nas distribuições dos índices pluviométricos entre meses e anos.

Observa-se na Figura 2, a variação dos totais anuais das chuvas climatológicas para o período de 1930-2011, onde se pode constatar que a média anual histórica é de 1.174,7 mm com 82 anos de observações. Durante o período analisado ocorreu grande variabilidade dos totais anuais de chuva podendo esta variabilidade ser observada como nos anos de 1930 (255,2 mm), 1965 (508,2 mm) 1966 (575,2 mm) e o ano de 1968 (599,4 mm) onde apresentaram os menores índices pluviométricos e os maiores índices foram registrados nos



Fonte: AESA

Figura 2. Precipitação pluviométrica anual em Bananeiras, PB no período de 1930 a 2011

anos de 1931 com 1940,4 mm; 1940 (1935,4 mm); 1986 com 2.172,6 mm e os anos de 2000 e 2004 com 2.065,5 mm e 1908,4 mm respectivamente.

CONCLUSÕES

No município de Bananeiras, PB, a precipitação pluviométrica mensal é bastante variável na sua distribuição espacial e temporal ao longo dos anos. O quadrimestre mais chuvoso são os meses de março a junho com totais mensais médios oscilando entre 148,6 a 176,6 mm. Os meses de setembro a dezembro considerados os mais secos seus índices pluviométricos oscilam entre 17,2 a 48,5 mm, apresentando uma média anual de 1.174,7 mm com 82 anos de observações.

Durante os 82 anos estudados os totais anuais extremos de precipitação pluviométrica foram registrados em 1930 (255,2 mm), 1965 (508,2 mm) 1966 (575,2 mm) e o ano de 1968 (599,4 mm) onde apresentaram os menores índices pluviométricos e os maiores índices foram registrados nos anos de 1931 com 1940,4 mm; 1940 (1935,4 mm); 1986 com 2.172,6 mm e os anos de 2000 e 2004 com 2.065,5 mm e 1908,4 mm respectivamente.

Os meses de setembro a dezembro considerados os menos chuvosos, com índices pluviométricos que oscilam entre 17,2 a 48,5 mm, com uma média anual de 1.174,7 mm para 82 anos de observações.

Durante os 82 anos estudados os totais anuais que apresentaram extremos de precipitação pluviométrica foram registrados nos anos de 1986 no qual choveu 2.172,6 mm e os anos de 1930 e 1965 quando o total anual registrado foi de 255,5 e 508,2 mm respectivamente.

A análise da variabilidade espacial e temporal das chuvas proporciona informações de como o setor captação de água de chuva deverá estabelecer medidas para captura de águas de chuvas e seu armazenamento usando o período mais chuvoso, onde proporcionara reduções de gastos e economias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2011. Disponível em <http://geo.aesa.pb.gov.br>. Acesso: 20 de outubro de 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.

MARENGO, J., SILVA DIAS, P.,: Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. Capitulo 3 em Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação, 2006, pp.63-109, Eds. A. Rebouças, B., Braga e J. Tundisi. Editoras Escrituras, SP.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. Influência dos fatores climáticos na produção. Ecofisiologia da Produção Agrícola. Piracicaba: Potafos, 249 p., 1987.

PAULA, R. K. de; BRITO, J. I. B. de; BRAGA, C. C. Utilização da análise de componentes principais para verificação da variabilidade de chuvas em Pernambuco. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais... Belém do Pará, PA. 2010, CD Rom.

SANTANA, M. O., SEDIYAMA, G. C., RIBEIRO, A., SILVA, D. D. da. Caracterização da estação chuvosa para o estado de Minas Gerais. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.15, n.1, p.114-120, 2007.

SLEIMAN, J., SILVA, M. E. S. A Climatologia de Precipitação e a Ocorrência de Veranicos na Porção Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. SIMPGEO/SP, Rio Claro, 2008.

SOBRINHO, J. E., PEREIRA, V. C., OLIVEIRA, A D., SANTOS, W. O., SILVA, N. K. C., MANIÇOBA, R. M. Climatologia da precipitação no município de Mossoró-RN. Período: 1900-2010. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia-18 a 21 de julho de 2011. CD-ROM.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

APROVEITANDO A ÁGUA DA CHUVA NO SETOR RURAL ORIENTADO POR METODOLOGIA DE MANEJO INTEGRADO

Danilo Duarte Costa e Silva[1] & Arthur Mattos[2]

Resumo: A deterioração das áreas semiáridas tem sido foco de atenção da comunidade científica, principalmente em épocas recentes, uma vez que as ações antrópicas tem ampliado significativamente tal deterioração. O Brasil possuidor de um semiárido considerado o mais problemático do mundo vem ao longo dos anos sofrendo conseqüências deste processo. Em meio a esta realidade, estudos têm alertado a comunidade científica sobre a necessidade de introdução de infraestrutura hídrica com base em tecnologias alternativas de captação de água pluvial, dentre as quais a barragem subterrânea é uma das mais difundidas no semiárido brasileiro. A presente pesquisa analisa uma alternativa para o aproveitamento de água da chuva no setor rural a partir da construção de barragem subterrânea dirigida por informação do mapa da capacidade de uso do solo, oriundo de metodologia de manejo integrado. Os resultados foram satisfatórios (redundando na construção de uma barragem subterrânea no semiárido do Brasil) e podem servir como guia para o planejamento rural em contextos semelhantes.

Palavras chaves: Barragem subterrânea; semiárido; mapa de capacidade de uso do solo.

INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo a deterioração das áreas semiáridas cada vez mais tem sido foco de atenção da comunidade científica. O Brasil possuidor de um semiárido considerado o mais problemático do mundo (Cirilo, 2008), seja por pressões dos fatores físicos (fatores climáticos, solos raros, vegetação escassa, etc...) seja por pressões dos fatores sociais (semiárido mais populoso do mundo, pobreza, etc...), vem ao longo dos anos sofrendo conseqüências de tal problemática. Em torno desta situação, estudos têm alertado à comunidade científica sobre a necessidade de introdução de infraestrutura hídrica com base em tecnologias alternativas de captação de água pluvial (Gnadlinger, 2006; Damm & Farias, 2006), dentre as quais a barragem subterrânea tem sido amplamente recomendada (Onder & Yilmaz, 2005; Cirilo et al., 2003; Ishida et al., 2003; Oliveira et al. 2007). Em meio a esta realidade é instaurado, contudo um problema, uma vez que introduzir uma barragem subterrânea (com vias ao suporte a produção agrícola) em um local onde o solo não seja apto para tal, pode culminar em futuros problemas de deterioração (Bertoni & Lombardi Netto, 1999), comprometendo então, ainda mais, um ambiente semiárido fragilizado.

Rocha & Kurtz (2007) e Rocha (1997) como alternativa para a gestão de áreas deterioradas apresentam uma metodologia onde a unidade[3] é analisada de maneira integrada, tendo como um dos resultados a elaboração de um mapa de capacidade de uso do solo, destacado como um importante instrumento ligado ao planejamento e mitigação da deterioração na bacia hidrográfica (Torres et al. 2007; Sousa & Lima, 2007; Bertoni & Lombardi Netto, 1999).

A presente pesquisa analisa uma alternativa para o planejamento da localização de um instrumento de aproveitamento da água da chuva no setor rural (barragem subterrânea para fins agrícolas) a partir de um mapa de capacidade de uso do solo, elaborado com base em metodologia de manejo integrado[4] de bacias hidrográficas.

[1] Eng. Civil, Mestre em Engenharia Sanitária (PPGES/ UFRN), Av. Senador Salgado Filho, 3000 – BR 101 km 92, Campus Universitário, Bairro: Lagoa Nova, Natal - RN – Fone: (84) 32313785 – e-mail: daniloduarte777@yahoo.com.br
[2] Meteorologista, Doutor em Eng. Civil Hidráulica e Saneamento Eesc Usp – Coordenador do PPGES / UFRN
[3] Microbacia hidrográfica
[4] Mais especificamente na primeira etapa da composição do diagnóstico físico conservacionista, parte integrante da metodologia de manejo integrado desenvolvida por Rocha (1997) e Rocha & Kurtz (2007)

METODOLOGIA

Elaboração do mapa de capacidade de uso do solo com base no diagnóstico físico-conservacionista

A metodologia tem como base o uso do mapa de capacidade de uso do solo oriundo do diagnóstico físico-conservacionista [parte integrante da metodologia de manejo integrado do Rocha (1997) e Rocha & Kurtz (2007)] como instrumento indicador de área, para construção da barragem subterrânea. Ou seja, o manejo (a partir da construção de barragem subterrânea voltada para melhorar o cultivo agrícola) tem como base a aptidão do solo (voltada para agricultura) indicada pelo mapa de capacidade de uso do solo. O ponto de partida, então, para aplicação da metodologia foi a analise de parâmetros[5] de 5 micro-bacias[6] localizadas, (conforme mostra a figura 1 a seguir) na zona rural do município de Currais Novos – Rio Grande do Norte – Brasil, com vias ao cálculo do coeficiente de rugosidade para cada unidade e a posterior classificação da aptidão de cada unidade.

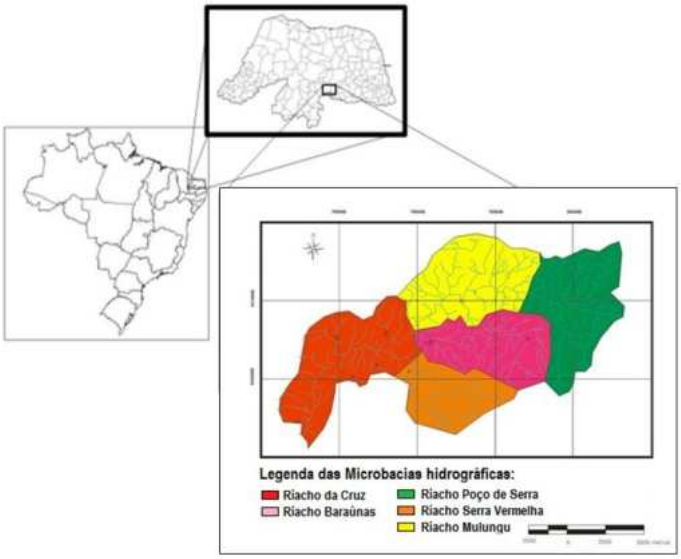


Figura 1. Localização das microbacias

A seguir, o quadro 1, apresenta a seqüência de cálculo para aplicação da metodologia.

Depois da quarta etapa (quadro 1) é feita a classificação de cada coeficiente de rugosidade, encontrado inicialmente para cada compartimento (microbacia), com base em tais intervalos, sendo então (a partir da classificação de cada microbacia segundo uma aptidão) concluído o mapa de capacidade de uso do solo.

Manejo de recursos hídricos a partir da construção da barragem subterrânea para fins agrícolas

O manejo (com a construção da barragem subterrânea) é procedido em área onde o mapa de capacidade de uso do solo indique a aptidão para cultivo agrícola.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Elaboração do mapa de capacidade de uso do solo

Análise da declividade média e densidade de drenagem: A seguir os resultados da declividade média e densidade de drenagem de cada compartimento:

[5] Tais parâmetros foram a densidade de drenagem e declividade média, recolhidos a partir da análise de carta topográfica digitalizada cerro corá, folha: SB. 24 - Z- B - III, escala 1:100.000, do programa pro-água semi-árido da secretaria de recursos hídricos do estado do Rio Grande do Norte, Brasil, 2003. [CD]

[6] As microbacias hidrográficas foram delimitadas a partir do georreferenciamento (com uso da imagem de satélite Landsat de 19 de junho de 2008, utilizando o software IDRISI KILIMANJARO) tendo como base coordenadas conhecidas. No software AUTOCAD 2007 a unidade foi dividida em 5 microbacias, tendo como base a rede de drenagem e a topografia. Após a divisão a imagem foi exportada para o software COREL DRAW X3 para detalhamento final da composição do mapa de compartimento da micro-bacia, definindo assim as microbacias

Quadro 1. Sequência de cálculo para o mapa de capacidade de uso do solo

	Fórmula	Detalhamento
1º Coeficiente de rugosidade	$Rn = D \times H$	RN = coeficiente de rugosidade (adimensional). D = densidade de drenagem do compartimento avaliado, em km/ha. H = declividade média do compartimento avaliado, em %.
	$D = \sum(R,C,T) / A$	∑ R, C,T = somatório dos comprimentos das ravinas, canais e tributários de cada unidade de solo, em km. A = área do compartimento, em ha. D = densidade de drenagem, em km/ha.
	$H = (\Sigma LCN \times \Delta h / A) \times 100$	H = declividade média, em %. ΣLCN = somatório dos comprimentos de todas as curvas de nível na microbacia mapeada, em hm ou m. A = área da microbacia, em ha (ou m2). Δh = eqüidistância das curvas de nível, em hm (ou m).
2º Amplitude	$A = Maior\ (Rn) - Menor\ (Rn)$	A = amplitude; Rn = Coeficiente de rugosidade.
3º Intervalo	$I = A / 4$	A = amplitude; I = intervalo.
4º Intervalos para classificação da capacidade de uso do solo	Menor (Rn) até {Menor (Rn) + I} = Ia; {Menor (Rn) + I} até {Menor (Rn) + 2I} = Ib; {Menor (Rn) + 2I} até {Menor (Rn) + 3I} = Ic; {Menor (Rn) + 3I} até {Menor (Rn) + 4I} = Id;	I = intervalo. Rn = Coeficiente de rugosidade; Ia = Aptidão para agricultura; Ib = Aptidão para pastagem; Ic = Aptidão para pastagem / florestamento; Id = Aptidão para florestamento.

Tabela 1. Resultado da declividade média e da densidade de drenagem micro-bacia por compartimentos

Micro-bacia	Declividade média (%)	Densidade de drenagem
1	14, 30720913	0,019763854
2	12, 38269509	0,01951689
3	15, 87725625	0,019401886
4	13, 89109576	0,020308161
5	14, 31161475	0,01830911

Cálculo do coeficiente de rugosidade: A seguir as tabelas 2, 3, 4 e 5, apresentam a seqüência de cálculo do coeficiente de rugosidade:

Tabela 2. Cálculo do coeficiente de rugosidade

Nº Micro-bacia[1]	Cálculo do coeficiente de rugosidade		
	Declividade Média (Dm)	Densidade de Drenagem (Dd)	Coeficiente de Rugosidade (RN) = (Dm x Dd) =
1	14,30	0,019	0,2717 RN x 10^2 = 27,17
2	12,38	0,019	0,23522 RN x 10^2 = 23,522
3	15,87	0,019	0,30153 RN x 10^2 = 30,153
4	13,81	0,020	0,2762 RN x 10^2 = 27,62
5	14,31	0,018	0,25758 RN x 10^2 = 25,758

[1] Microbacias foram numeradas de 1 a 5, correspondendo a seguinte ordem: Micro-bacia Riacho da Cruz, Riacho Baraúnas, Riacho Poço de Serra, Riacho Serra Vermelha e Riacho Mulungu, respectivamente

Tabela 3. Análise da capacidade de uso do solo

Análise de capacidade de uso do solo	
Maior coeficiente de rugosidade[1] (RN1)	30,15
Menor coeficiente de rugosidade (RN2)	23,52
RN1-RN2	6,63
(RN1-RN2)/4	1,66
Primeiro intervalo A	25,18
Segundo intervalo B	26,84
Terceiro Intervalo C	28,49
Quarto intervalo D	30,15

[1] Coeficiente de rugosidade multiplicado por 10^2, para facilitar o cálculo, conforme sugerido por Rocha (1997)

Tabela 4. Intervalos da capacidade de uso do solo

Intervalos para a capacidade de uso do solo	
23,5-25,1	A (Agricultura)
25,2-26,8	B (Pastagem)
26,9-28,4	C (Pastagem/floresta)
28,5-30,1	D (Floresta)

Tabela 5. Análise da capacidade de uso do solo

Classificação da capacidade de uso do solo	
Micro-bacia1	B (Pastagem)
Micro-bacia 2	A (Agricultura)
Micro-bacia 3	D (Floresta)
Micro-bacia 4	C (Pastagem/floresta)
Micro-bacia 5	B (Pastagem)

Mapa de capacidade de uso do solo: A seguir o mapa de capacidade de uso do solo por compartimento na micro-bacia:

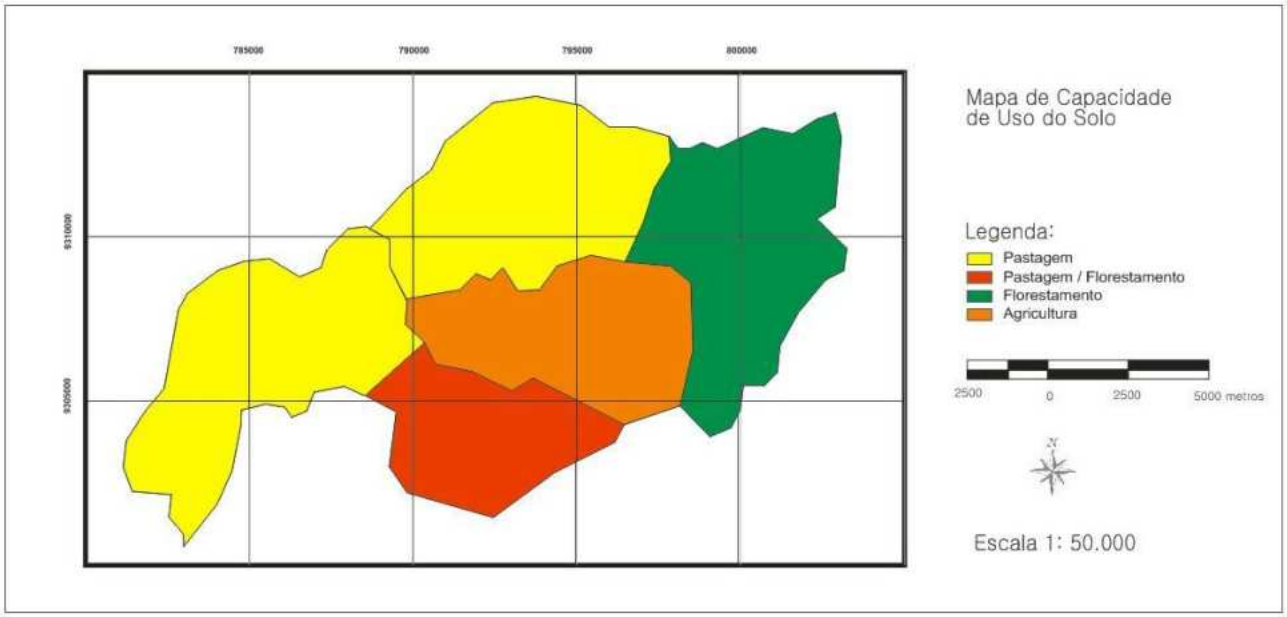


Figura 2. Mapa de capacidade de uso do solo

Manejo de recursos hídricos a partir da construção da barragem subterrânea para fins agrícolas

Com base na aptidão encontrada no mapa de capacidade de uso do solo, foi selecionada área dentro da micro-bacia do Riacho Baraúnas, que possui aptidão para agricultura, para realizar a construção da barragem

subterrânea. A construção da barragem subterrânea foi procedida nas coordenadas S 6º 15'27 7" e W 36º 20'13, em um córrego localizado na zona rural do município de Currais Novos (Rio Grande do Norte, Brasil), em pleno semiárido da região nordeste do país. Uma vez que a metodologia tem como base os componentes da bacia hidrográfica (rios e córregos) percebeu-se que este fato favoreceu a definição do lugar para implantação da barragem subterrânea (uma vez que a barragem subterrânea tem como área de introdução estes mesmos componentes). Outro fator interessante é que esta construção orientada pelo mapa de capacidade de uso da terra contribuiu tanto com a produção agrícola (isto devido ao aumento da demanda hídrica aliado ao beneficio que o uso coerente do solo proporciona para a produção), quanto para o cuidado com o meio ambiente (uma vez que o uso correto do solo contribui com a mitigação de prováveis problemas de deterioração ambiental).

A seguir a fotografia da construção da barragem na micro-bacia do Riacho Baraúnas:

Figura 3. Etapa final da construção da barragem subterrânea (Micro-bacia Riacho Baraúna, Sítio Olho d'água dos Brandões – Currais Novos - RN – Brasil - 04/01/2010)

CONCLUSÕES

O aproveitamento da água da chuva a partir do planejamento da introdução da barragem subterrânea com base na metodologia de manejo integrado se mostrou eficaz, tendo como aspectos principais desta eficácia:

a) Contribuição para o melhoramento da produção agrícola, gerado tanto pela construção da barragem subterrânea (aumentando a demanda hídrica), quanto pela aptidão do uso da terra (evitando perdas futuras da produção devido a problemas oriundos do uso inadequado);

b) Uso incomum (referência à barragem subterrânea e à metodologia de manejo integrado) dos mesmos componentes da bacia hidrográfica (rios, córregos) como área de intervenção, facilitando assim a aplicação conjunta;

c) Contribuição para mitigação da deterioração ambiental, uma vez que a gestão da barragem subterrânea é feita levando em consideração a capacidade do uso do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, 1999 – 4ª edição.

Cirilo, José Almir. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, 2008 . Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext &pid=S0103-40142008000200005&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 21 mar. 2011. doi: 10.1590/S0103-40142008000200005.

Cirilo J. A.; Abreu, G. H. F. G.; Costa, M. R.; Goldemberg, D.; Costa, W. D. Soluções para o Suprimento de água de Comunidades Rurais Difusas no Semiárido Brasileiro: Avaliação das Barragens Subterrâneas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2003, (8) 4: p. 5-24.

Damm, Kurt & Farias, Neide. A Bomba d'Água Popular e a construção do Programa BAP. In: Tecnologias Apropriadas para Terras Secas /organizadores: Angela Küster, Jaime Ferré Martí, Ingo Melchers - Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTZ 2006. p. 139-154.

Gnadlinger, Johann**.** Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semi-áridas. In: Tecnologias Apropriadas para Terras Secas /organizadores: Angela

Küster, Jaime Ferré Martí, Ingo Melchers - Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer,

GTZ 2006. p. 103-122.

Ishida, Satoshi; Kotuku, Motoi; Abe, Eiichi; Fazal, M.A.;Tsuchihara, Takeo; Imaizumi, Masayuki. Construction of subsurface dams and their impact on the environment

RMZ - Materials and Geoenvironment, 2003, Vol. 50, No 1. p. 149-152.

Onder, H. e Yilmaz, M. Undergrounds dams: A tool of sustainable development and management of groundwater resources, European Water, 2005, Vol. 11, p. 25-35.

Oliveira, A. K. C.; Silva, M. S. L.; Mendonça, C. C.E.S. E. S.; Ferreira, G. B.; Chaves, V. C.; Silva, D. J. Avaliação qualitativa da água de barragens subterrâneas no semiárido nordestino brasileiro. Rev. Bras. de Agroecologia/out., 2007, Vol.2 No.2. p. 1402-1404.

Rocha, J. S. M. Manual de projetos ambientais, Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.

Rocha, J. S. M. e KURTZ, S. M. J. M. Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas, Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2007.

Sousa, F. A. & Lima, C. V. Capacidade de uso das terras como suporte ao planejamento ambiental na bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio – Iporá-Go. Boletim Goiano de Geografia Goiânia - Goiás - Brasil v. 27 n. 3 p. 91-101 jul. / dez. 2007.

Torres, J. L. R.; Barreto, A. C.; Torres, J. C. P. Capacidade de uso das terras como subsídeo para o planejamento da microbacia do Córrego Lanhoso, em Uberaba (MG). Caminhos de Geografia Uberlândia v. 8, n. 24 DEZ/2007 p. 22 – 32.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

VULNERABILIDADE DE CISTERNAS RURAIS SOB CLIMA ATUAL E FUTURO: ANÁLISE DE TRÊS CASOS NA PARAÍBA

Marília Silva Dantas[1], Carlos de Oliveira Galvão[2] & Rodolfo Luiz Bezerra Nóbrega[3]

Resumo: Os Sistemas de Captação de Água de Chuva (SCAC) têm desempenho afetado principalmente pela precipitação; dessa forma, é importante avaliá-los diante de diferentes cenários climáticos. Através de séries históricas de precipitação, de projeções climáticas divulgadas pelo Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) para o período em torno do ano 2050 e de simulações de balanço hídrico é possível obter a vulnerabilidade desses sistemas às possíveis mudanças no clima futuro. Neste artigo apresentam-se simulações para três localidades da Paraíba que apresentam características distintas de regime pluviométrico, para as cisternas com características do Programa 1 Milhão de Cisternas P1MC. Os resultados mostram que mesmo sob clima atual as vulnerabilidades são importantes. Os impactos das mudanças climáticas podem ser bastante relevantes, mas medidas de adaptação, como o aumento da área de captação da água de chuva, podem atenuar esses efeitos.

Palavras-chave: Cisternas, mudanças climáticas, vulnerabilidade, água de chuva, adaptação.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm sido foco de pesquisas em todo o mundo e têm despertado preocupação sobre os possíveis impactos sobre os diversos setores. As mudanças no clima têm consequências diretas sobre os recursos hídricos e aumentam consideravelmente o grau de incertezas na gestão desses recursos. O Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), em seu quarto relatório, advertiu que o aquecimento global acarretará um aumento significativo de fenômenos climáticos e meteorológicos extremos como secas, ondas de calor e eventos de chuvas intensas (IPCC, 2007). Esta afirmação tem gerado preocupação mundial acerca de como se adaptar a tais mudanças, e simultaneamente, como mitigar os seus efeitos.

O Nordeste Brasileiro, pelas suas características climáticas e hidrológicas, é uma das áreas potenciais às mudanças no clima (Marengo, 2007). Impactos negativos na precipitação podem aumentar a sua vulnerabilidade hídrica, particularmente da captação da água da chuva e seu armazenamento em cisternas, uma importante fonte de abastecimento de água para consumo humano (Brito et al., 2007).

A captação da água de chuva tem sido discutida em algumas partes do mundo como uma das estratégias de adaptação às mudanças climáticas (Salas, 2009; Han e Mun, 2011). Algumas metodologias foram desenvolvidas para incorporar cenários dessas mudanças na avaliação e implantação dos SCACs (Warrick e Urich, 2009; Kahinda et al., 2010).

Neste trabalho, através do uso de séries históricas de chuva, de anomalias na precipitação resultantes dos Modelos de Circulação Global (MCGs) e de balanço hídrico das cisternas que simule o comportamento dos SCACs, é possível avaliar essa vulnerabilidade e propor alternativas de adaptação que maximizem a disponibilidade hídrica necessária às atuais e futuras gerações, em quantidade e qualidade adequada aos seus respectivos usos.

[1] Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental: Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande-PB, 2101.1461, marilia.dantas@gmail.com
[2] Professor Adjunto - Universidade Federal de Campina Grande, galvao@dec.ufcg.edu.br
[3] Doutorando em Ciências Naturais, Georg-August Universidade de Goettingen, Alemanha, rodolfo.nobrega@geo.uni-goettingen.de

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Estudou-se o comportamento das cisternas em três municípios paraibanos nas mesorregiões Agreste, Borborema e Sertão do estado da Paraíba (Figura 1). Os locais foram escolhidos para representar diferentes regimes pluviométricos. Os resultados podem, assim, ser ilustrativos para outras regiões do Nordeste brasileiro.

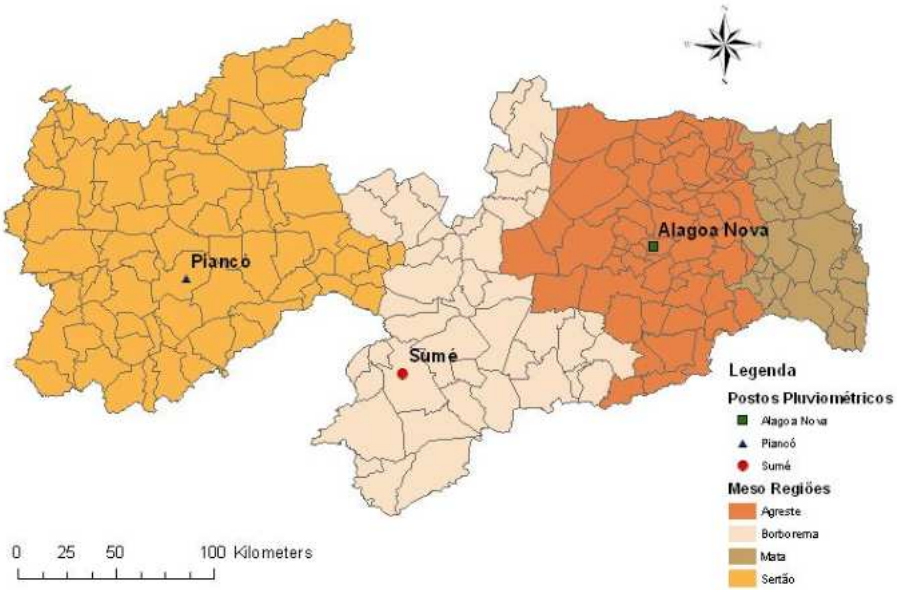


Figura 1. Área de Estudo: municípios de Alagoa Nova (Brejo/Agreste), Sumé (Cariri) e Piancó (Sertão)

Alagoa Nova, no agreste paraibano, tem clima do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco, estação chuvosa de janeiro/fevereiro a setembro/outubro e precipitação média anual de 1300 mm (CPRM, 2005a). Sumé, na mesorregião da Borborema, tem clima semiárido e estação chuvosa limitando-se a apenas 4 meses (janeiro/ fevereiro a maio/junho) com total pluviométrico médio de 600 mm/ano. (Taveira, 2012). Em Piancó no sertão paraibano, também em clima semiárido, a estação chuvosa restringe-se ao mesmo período que Sumé, com total pluviométrico médio anual de 751 mm (CPRM, 2005b).

Metodologia

Para as três localidades, foram extraídas anomalias médias mensais de precipitação para o período de 30 anos em torno do ano de 2050, considerando o cenário de emissão de gases SRA1B, para 19 (dezenove) modelos climáticos da base do IPCC. Os dados foram obtidos do Centro de Distribuição de Dados do IPCC (IPCC, 2008) e correspondem ao 4o. Relatório de Avaliação, de 2007. A plataforma SegHidro (Galvão et al., 2009) foi utilizada para extração das anomalias de precipitação da base de dados do IPCC.

As anomalias extremas positivas (aqui denominadas "máximas"), "médias" e extremas negativas ("mínimas") para o conjunto de modelos foram adicionadas às séries históricas mensais de precipitação (30 anos) dos postos pluviométricos das três localidades (Alagoa Nova: posto 735030, Sumé: posto 736003 e Piancó: posto 737006), segundo diretrizes do IPCC (IPCC-TGICA, 2007), gerando-se novas séries que representam os prognósticos otimista, médio e pessimista para o regime pluviométrico em 2050.

Considerando-se as características padrões das cisternas construídas pelo P1MC (telhado de 40 m^2, cisterna de 16 m^3 e consumo de 65 litros/dia), essas séries foram utilizadas em um modelo de balanço hídrico de reservatório simples, que simula o comportamento de um sistema de captação de água de chuva, resultando na garantia hídrica futura para aquele sistema (Galvão et al., 2011). Esta garantia é a percentagem de meses

simulados em que as cisternas atenderam à demanda. A vulnerabilidade é aqui assumida como o complemento da garantia, ou seja, a percentagem de meses em que as cisternas não atenderam à demanda. Ao comparar os resultados obtidos nas simulações realizadas com a série histórica e com as séries que representam o clima futuro é possível estimar os impactos prospectivos sobre esses sistemas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os municípios de Alagoa Nova, Sumé e Piancó apresentaram anomalias médias mensais semelhantes para o ano 2050, quando considerados os 19 modelos do IPCC. As anomalias nos meses no período chuvoso atingiram, em média, reduções de 0,25 mm/dia, com reduções máximas de até 3,24 mm/dia, e aumento de até 2,08 mm/dia (Figura 2). Os cenários de precipitação futura gerados com as anomalias médias e mínimas apresentaram reduções relevantes, principalmente nos meses chuvosos (Figura 3).

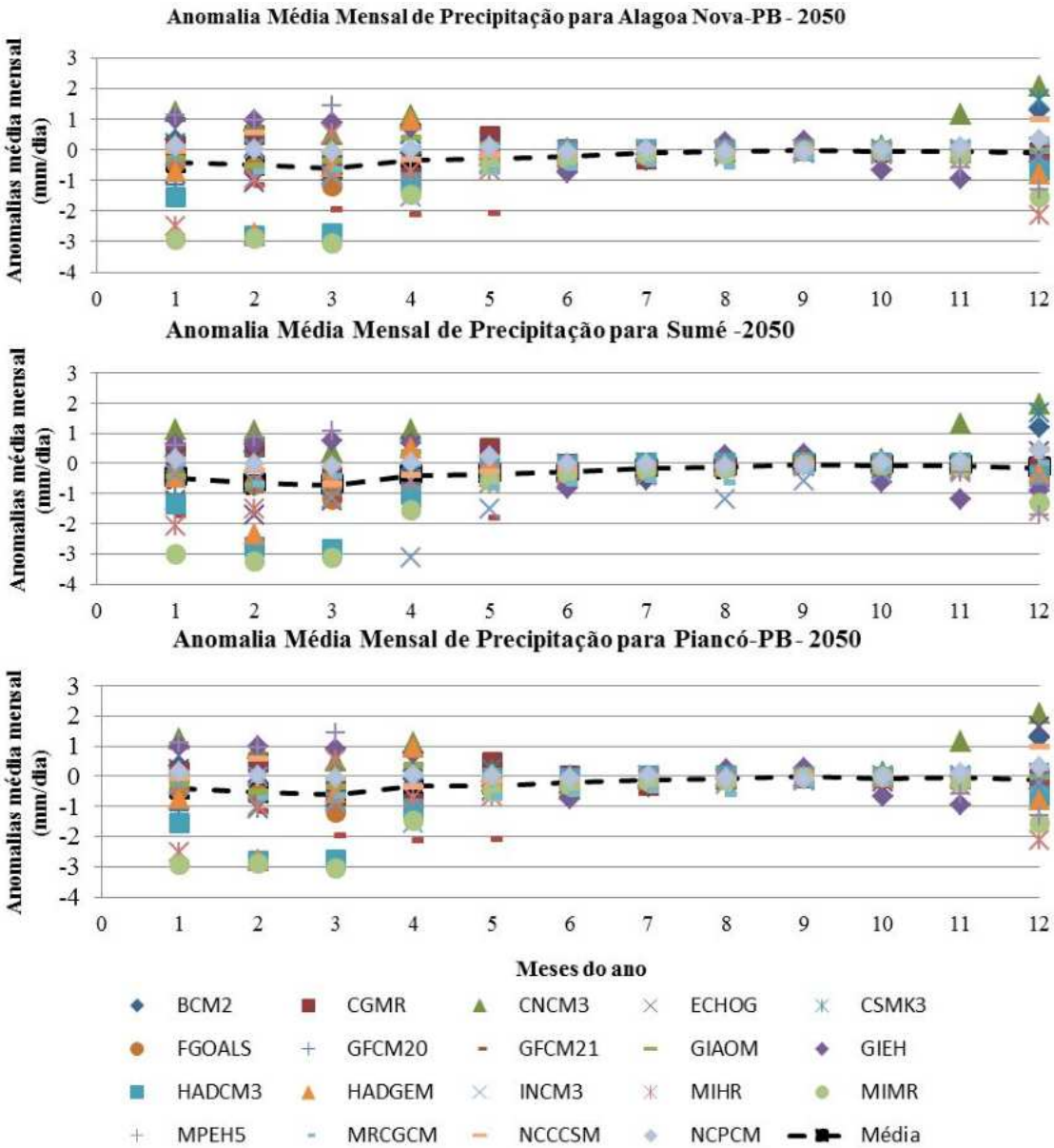


Figura 2. Anomalias médias mensais de precipitação para as localidades estudadas (mm/dia), para os 19 modelos climáticos

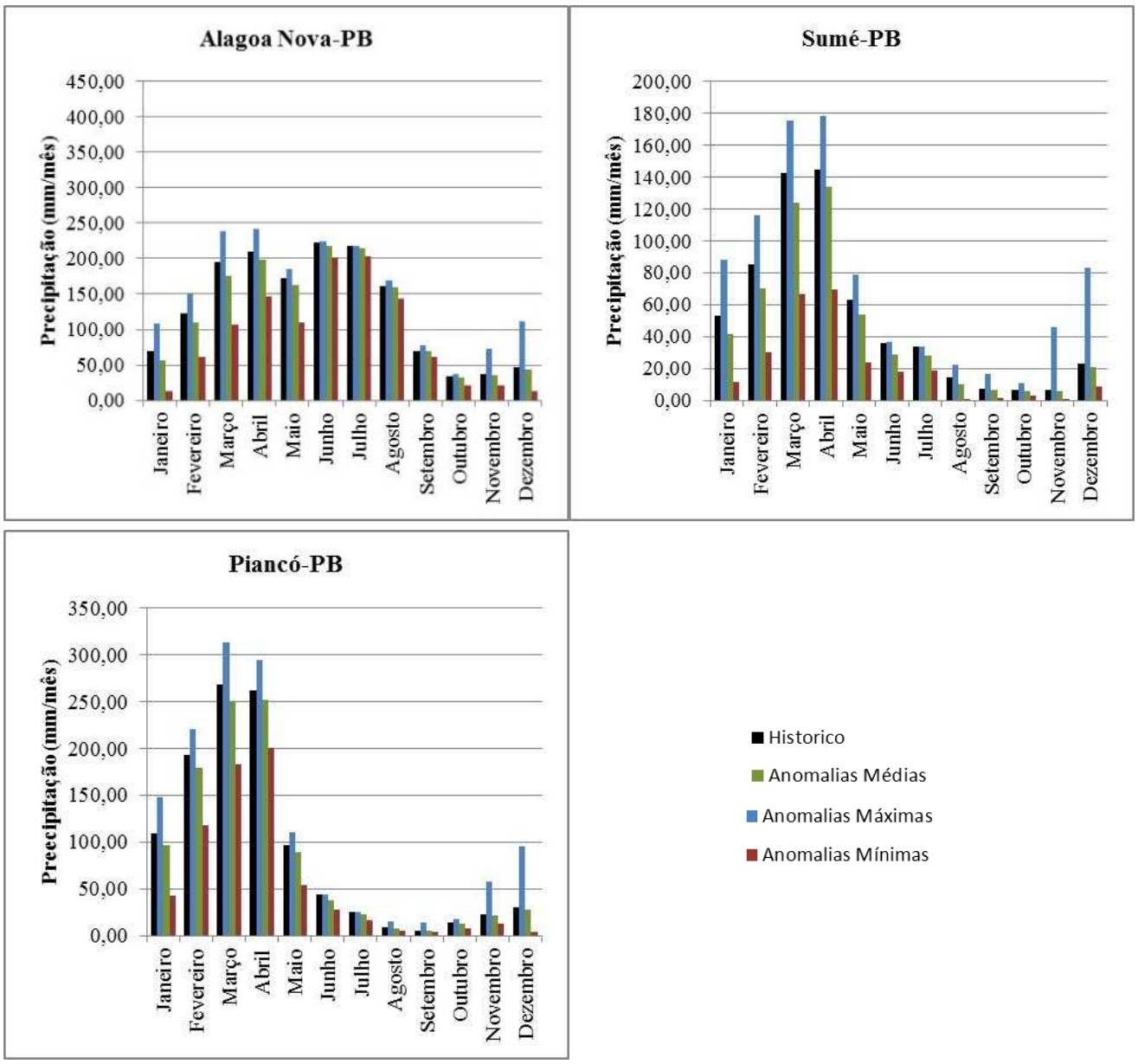


Figura 3. Precipitações médias mensais históricas e com anomalias máximas, médias e mínimas

O impacto das mudanças na precipitação foi refletido na vulnerabilidade dos SCAC. As garantias hídricas que já são baixas para o clima atual nas localidades de Sumé e Piancó poderão ser reduzidas em cerca de 30%. No município de Alagoa Nova, onde o déficit hídrico é considerado pequeno, poderá ter vulnerabilidade de até 15% (Tabela 1). As altas vulnerabilidades atuais e prospectivas alertam sobre a necessidade de ações de adaptação que mitiguem o déficit hídrico já existente e promova maior segurança hídrica nos anos vindouros.

Como uma possível ação de adaptação, simulou-se o aumento das áreas de captação (telhado). O aumento de 40 m² para 50 m² e 60 m² propiciou redução importante da vulnerabilidade nas três localidades e para os quatro cenários gerados (precipitação atual, e com anomalias máximas, médias e mínimas) (Figura 4).

CONCLUSÕES

As vulnerabilidades dos SCACs nas localidades do semiárido são importantes, mesmo sob clima atual. Os impactos das mudanças climáticas sobre os SCACs nas três localidades estudadas podem ser bastante relevantes

Tabela 1. Vulnerabilidades atuais e futuras para os SCAC com características do P1MC

Localidade	Cenário		Vulnerabilidade
Alagoa Nova	Atual		3,6%
	Futuro	Anomalia Máxima	0%
		Anomalia Média	6,7%
		Anomalia Mínima	15,0%
Sumé	Atual		31,9%
	Futuro	Anomalia Máxima	5,0%
		Anomalia Média	40,6%
		Anomalia Mínima	75,0%
Piancó	Atual		12,5%
	Futuro	Anomalia Máxima	0,8%
		Anomalia Média	16,7%
		Anomalia Mínima	37,5%

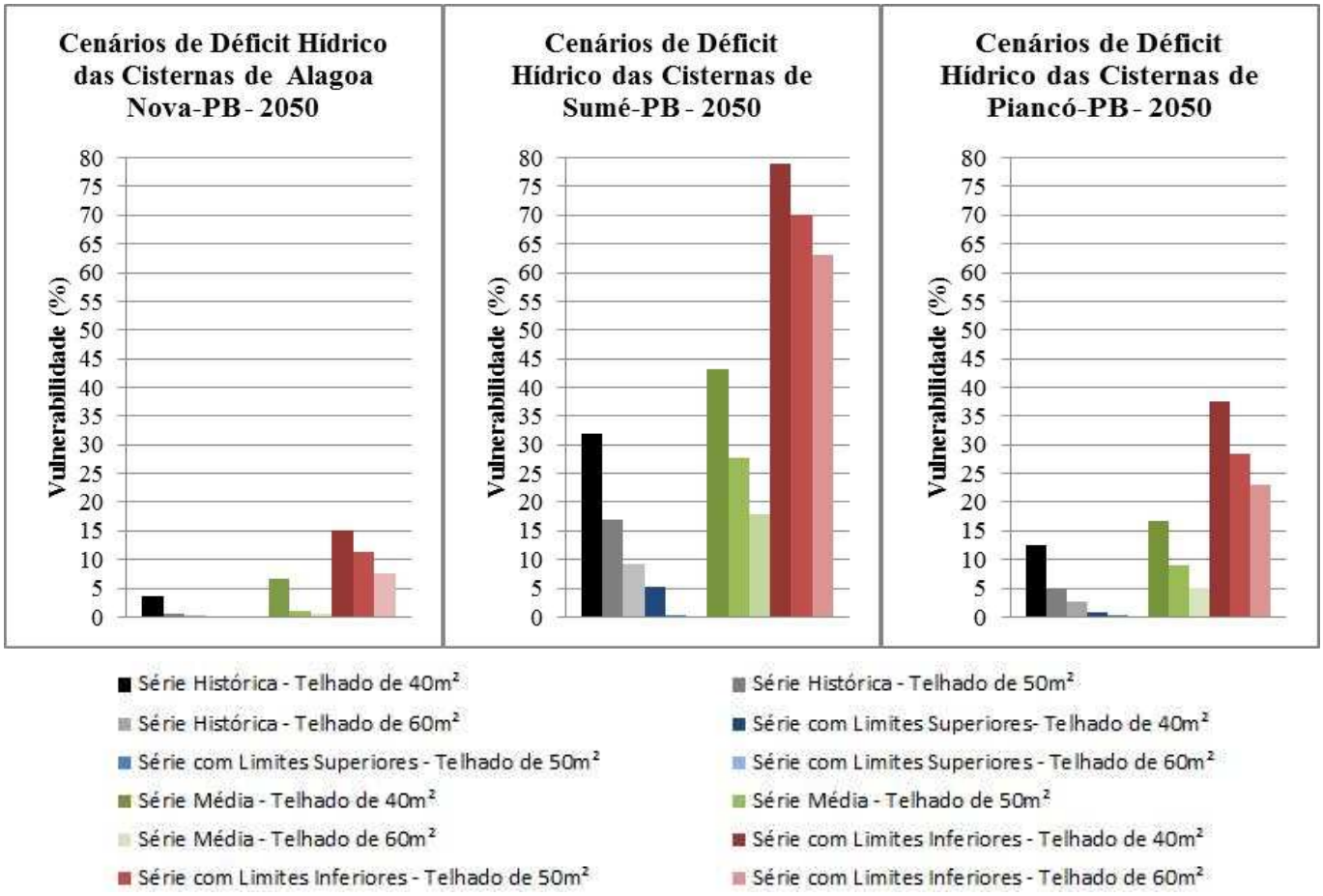


Figura 4. Cenários de vulnerabilidade (déficit hídrico) das cisternas considerando aumento na área de captação

e requerem atenção dos planejadores dos sistemas. Entretanto, medidas de adaptação podem atenuar significativamente esses efeitos, como o aumento da área de captação da água de chuva.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT Clima), CNPq, CAPES e FINEP (Projeto LIGA/CT-HIDRO).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, L.T.L.; MOURA, M.S.B.; GAMA, G.F.B.. (Org.). Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. 1 ed. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Alagoa Nova, estado da Paraíba. Recife, CPRM/PRODEEM, 2005a.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Piancó, estado da Paraíba. Recife, CPRM/PRODEEM, 2005b.

GALVÃO, C.O.; NÓBREGA, R.L.B.; BRASILEIRO, F.V.; ARAÚJO, E.C. An e-Science Platform for Collaborative Generation of Knowledge and Technology in Hydrology, Hydrogeology and Water Resources. In: IAHS-AISH Publication, 331, 500-504, 2009.

GALVAO, C.O.; OISHI, S.; NÓBREGA, R.L.B.; DANTAS, M.S. Rainwater Catchment Systems under Climate Change: an Assessment of Brazilian and Japanese Cases. In: Proceedings of the 34th IAHR World Congress, Brisbane, Austrália, 2011.

HAN, M. Y.; MUN, J. S. Operational data of the Star City rainwater harvesting system and its role as a climate change adaptation and a social influence. Water Science & Technology, v. 63, n 12, p. 2796–2801, 2011.

IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for policymakers. 2007.

IPCC. *The IPCC Data Distribution Centre*. IPCC, WMO, UNEP. Available at www.ipcc-data.org. **2008.**

IPCC-TGICA. General guidelines on the use of scenario data for climate impact and adaptation assessment. Version 2. Task Group on Data and Scenario Support for Impact and Climate Assessment. 2007.

KAHINDA, J. M; TAIGBENU, A. E.; BOROTO, R. J. Domestic rainwater harvesting as an adaptation measure to climate change in South Africa, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, Volume 35, Issues 13–14, 2010, Pages 742-751, 2010.

MARENGO, J. A. Possíveis impactos da mudança de clima no Nordeste. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, 2007.

NASIR, K. A.; OMAR, M. F. B.; OMAR, E. H. B. Effectiveness of rainwater harvesting system at office building in coping with climate change. Anais da 6ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Catapção de Água de Chuva. Kuala Lumpur, Malásia, 2009.

TAVEIRA, I. M. L. M.. Avaliação de alternativas de uso do solo através da simulação hidrossedimentológica da bacia representativa de Sumé com o modelo SWAT. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental. Campina Grande, UFCG, 2012.

WARRICK, R.A.; URICH, P.B. Using SimCLIM to assess the risks of climate variability and change to de-centralised water harvesting systems, Anais da 6ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva. Kuala Lumpur, Malásia, 2009.

VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM PROJETO DE CISTERNAS NO ASSENTAMENTO ROSELI NUNES-MT

Dayane Pricila Alves Godoi[1] & Sinthia Cristina Batista[2]

Resumo: A cisterna é uma tecnologia que através da captação de água de chuva vem ajudando famílias que moram em regiões que não dispõem de fornecimento de água permanente. Considerando esta possibilidade, o presente artigo tem por finalidade fazer um estudo preliminar sobre a eficácia da implantação de um projeto de cisternas considerando a análise de outros projetos de captação e manejo de água de chuva implementados em diferentes localidades, destacando a eficiência deste sistema já consolidado. Esta análise contribuirá ao objetivo maior da pesquisa em andamento, em nível de graduação: discutir junto à comunidade do assentamento Roseli Nunes a viabilidade da adoção do sistema de cisternas considerando a realidade local. Este trabalho é fruto de um projeto de pesquisa e extensão universitária[3] o qual realizou um estudo sobre a demanda de água na porção sul do assentamento.

Palavras-chave: Escassez de água; Captação e manejo de água da Chuva; Cisternas, Assentamento Rural.

INTRODUÇÃO

A água de boa qualidade desempenha um papel de importância fundamental para toda a cadeia vital e para a subsistência do ser humano na terra, por ser a principal fonte de vida. No entanto, um dos principais desafios mundiais na atualidade é o atendimento à demanda por água de boa qualidade. O crescimento populacional, a necessidade de produção de alimentos e o desenvolvimento industrial devem gerar sérios problemas no abastecimento de água nos próximos anos (Grassi, 2001). No caso do Brasil, este está incluído entre os países de maior reserva de água doce do mundo, por conta de suas dimensões geográficas e diversidade climática, algumas regiões já sofrem problemas graves de escassez de água, como o Semi-Árido nordestino, por exemplo, (Brito & Silva, 2007).

A falta de recursos hídricos (água) é um termo bastante presente em muitas regiões do nosso país sendo uma delas, ás comunidades rurais onde segundo Arsky & Santana (2012) a falta de acesso regular a qualquer fonte de água potável é uma situação bastante presente na realidade social brasileira, e particularmente crítica para a população localizada na zona rural, em especial para aquela em situação de extrema pobreza. Partindo desse contexto as cisternas tem se tornado uma das soluções viáveis em diversas regiões do nosso país para mitigar os efeitos da escassez de água e dos períodos prolongados de estiagem.

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos da presente pesquisa constituem em levantamentos e analises bibliográficas referentes à temática abordada e analise dos dados coletados em campo no assentamento Roseli Nunes no ano de 2011 junto ao Projeto Territorialidade e Representações, correspondentes à demanda de água na porção sul do assentamento, local onde as famílias assentadas sofrem com a escassez de água.

[1] Graduanda em Geografia pelo Departamento de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 – Bairro Boa Esperança. Cuiabá-MT. Fone: (65) 3615-8000. E-mail: dayadp@gmail.com
[2] Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso- UFMT Campus Cuiabá. E-mail: sinthiacris@gmail.com
[3] O Grupo de pesquisa "Territorialidades e Representações" da UFMT realizou um projeto de mapeamento comunitário desenvolvido junto à comunidade do assentamento Roseli Nunes no ano de 2011 e contou com a participação de pesquisadores da UFRGS, USP, UNESP e UNEMAT, que elencou o problema da água como essencial para a ação política, tendo como resultado a organização de um Dossiê sobre a distribuição hídrica do assentamento Roseli Nunes

ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS COM CISTERNAS

Segundo Andrade Neto (2009), a cisterna constitui um tanque construído para armazenar imediatamente as águas de chuva captadas em uma superfície próxima, geralmente um telhado de cobertura. Podem ser utilizadas como um importante manancial de água para abastecimento no meio rural e também no meio urbano. Constituem, portanto em uma forma milenar de armazenar água das chuvas em regiões que não dispõem de fornecimento de água permanente.

Na região de clima semi-árido, no Nordeste brasileiro, a cisterna tem sido uma das principais formas de captação e armazenamento da água de chuvas, tornando possível o acesso à água por muitas famílias em comunidades rurais. Porém algumas experiências tem suas fragilidades como é o caso do resultado do trabalho realizado por Cavalcanti et al. (2005) com agricultores das comunidades de Caldeirão, Varginha e Cacimba do Baltazar, onde foram acompanhadas 33 famílias, os resultados obtidos demonstraram que a água da chuva acumulada nas cisternas não foi suficiente para atender as necessidades dos agricultores no período de seca.

A pesquisa realizada por Tavares (2007) no assentamento Paus Brancos, no período de julho a dezembro de 2006 também teve as mesmas complicações, ou seja, os resultados evidenciaram que, considerando eventos críticos de precipitação (200 mm/ano), o volume de água captado na superfície média de captação das residências (os tetos 50,9 m2) é inferior ao mínimo considerado necessário de 6L por pessoa ao dia. Esse volume, entretanto, é suficiente apenas para consumo e preparação de alimentos, sendo mais real considerar uma demanda diária de 20L, que atenderia também as necessidades básicas de higiene, defende o autor do trabalho.

Considerando a padronização das cisternas disponibilizadas pelo MDS é preciso avaliar a relação entre a capacidade das cisternas (16.000 litros para uma família de 5 pessoas) e a possibilidade de aumento do número de cisternas para atender a demanda comunitária. Contudo, ainda assim as cisternas é uma das principais alternativas às famílias que sofrem com a escassez de água, e vêm sendo incentivadas por políticas públicas nos últimos anos como o Programa "Uma Terra e Duas Águas (P1+2), um projeto de Convivência com o Semi-Árido", que pretende assegurar à população rural o acesso a terra e à água, tanto para consumo da família e dos animais, como para produção de alimentos, ensinando-se a cuidar da terra de maneira sustentável (Gnadlinger et al., 2005). Outro exemplo é o "Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi Árido: Um Milhão de Cisternas Rurais" – P1MC que estabelece, junto às comunidades rurais do semi-árido brasileiro, um processo de capacitação que envolve, diretamente, 1.000.000 de famílias.

Até o presente momento não se tem conhecimento da existência de projetos de construção de cisternas para propriedades rurais por meio de programas governamentais destinados a outras regiões do Brasil, contudo segundo Dimas Ximenes (2010) o Programa Cisternas do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome – MDS, foi reconhecido como política pública de acesso à água para a população de baixa renda. No decreto que regulamenta a Lei 11.445, conhecida como "Lei do Saneamento Básico" está incluído um capítulo sobre cisternas. O Decreto nº 7.217 foi assinado pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva. O capítulo VI – "Do acesso difuso à água para a população de baixa renda". O Artigo 68 desse capítulo determina que "a União apoiará a população rural dispersa e a população de pequenos núcleos urbanos isolados, na contenção, preservação e utilização de águas pluviais para o consumo humano e para a produção de alimentos destinados ao autoconsumo". O programa tem que contemplar a utilização de tecnologias sociais tradicionais originadas das práticas de populações interessadas. No entanto a ação deve abranger preferencialmente o Semi-árido.

A partir dos breves estudos realizados sobre as experiências relacionados à soluções ao problema da escassez de água em comunidades camponesas avaliamos que os projetos e programas existentes com os sistemas de cisternas estão em sua grande maioria destinados à região semi-árida do Brasil. No entanto, existem outras regiões, como em nosso caso no Centro Oeste, em específico no Estado de Mato Grosso, com as mesmas demandas de um grande número de famílias, principalmente em assentamentos, que carecem deste recurso para sobrevivência e permanência na terra a qual as foram destinadas sem um estudo prévio relacionado a demanda de água existente no local. Contexto partilhado pelo Assentamento Roseli Nunes/MT em que as

famílias buscam sobreviver em terras desfavoráveis ao afloramento de água impossibilitando a produção para sobrevivência e permanência na terra, com peculiaridades relativas à existência de um sistema cárstico na porção sul do assentamento.

O CONTEXTO DA ÁGUA NO ASSENTAMENTO ROSELI NUNES E ALGUMAS MEDIDAS PARA ADOTAR AS CISTERNAS.

Desde o início de sua colonização, o Brasil tem sua história marcada por políticas que favorecem o crescimento da desigualdade social. São séculos de favorecimento a latifúndios e grandes propriedades rurais em detrimento do pequeno produtor (Lamera & Figueiredo, 2008). Esta desigualdade agrava-se quando se discute o direito à terra e é neste contexto de desigualdade que surgem os assentamentos rurais criados de forma irresponsável do ponto de vista das condições estruturais básicas para assentar inúmeras famílias que dependem da terra para sobreviver. A água caracteriza-se como problema estrutural na maioria dos assentamentos existentes por motivos diversos, como por exemplo, a má distribuição dos lotes em relação ao acesso á água, sendo o Assentamento Roseli Nunes parte desta regra neste contexto de descaso com as políticas agrárias.

Durante o período de 4 anos 1.500 famílias ficaram acampadas reivindicando a posse da terra, luta que consolidou o assentamento somente no ano 2000 para 331 famílias, sobre a antiga Fazenda Prata, área de aproximadamente 10.531 mil hectares, reivindicada para desapropriação desde 1996 pelo MST, considerada improdutiva. A posse da terra pelo INCRA data de março de 2001 e o corte do assentamento ocorreu em Junho de 2002 (Batista, 2012). O assentamento Roseli Nunes está inserido na Mesorregião sudoeste Mato-grossense e Microrregião Jauru. Situa-se na divisa entre três municípios matogrossenses: Mirassol do Oeste, Curvelândia e São Jose dos Quatro Marcos, com clima tropical quente e sub-úmido, possuindo 4 meses de seca indo de junho a setembro (Portal Mato Grosso, 2012).

A distribuição da água no assentamento Roseli Nunes se encontra de forma desigual, sendo que na porção Norte do assentamento o mesmo é banhado pelo Rio dos Bugres e Corrego Córgão, não tendo problemas com a falta de água, e a porção Sul dividida em seis núcleos sociais a partir do núcleo 09, conhecido como Núcleo da escola Madre Cristina, em direção ao sul até posterior divisa com o município de Curvelândia, núcleo 14, com um total de 126 famílias, carece de recursos hídricos, pois estes se encontram de forma escassa no local possivelmente devido às propriedades geológicas do solo onde no mesmo existem afloramentos de calcário, quando se consegue encontrar água em um poço perfurado a mesma é salina para o consumo.

Neste contexto uma das propostas apontadas para amenizar os problemas relacionados à escassez de água e a viabilização da produção no assentamento seria a adoção das cisternas. Porém, para que se possa implementar um projeto de cisterna no assentamento Roseli Nunes, como alternativa a ser apresentada as famílias residentes no assentamento, utilizando se deste método para amenizar os efeitos provenientes da falta de água para as atividades básicas e de higiene assim como para as pequenas criações e cultivos para subsistência, é necessário analisar a demanda por água.

Segundo Batista (2012) a porção sul do assentamento apresenta como demanda em média de 48.400 litros de água por dia, para 440 pessoas com a estimativa de 110 litros/dia, recomendada pela Organização Mundial da Saúde, porém sem contar com a necessidade dos animais e plantações. A preocupação com escassez de água na porção sul do assentamento, fez com que a presente autora elaborasse um dossiê sobre a distribuição da água e as possibilidades para resolver este problema, as cisternas foi amplamente discutida junto à comunidade e colocada como necessária e urgente às famílias.

Contudo, pensando na decisão de se construir uma cisterna, esta implica previamente, em um levantamento dos elementos necessários disponíveis na propriedade ou a serem providenciados, para compor o sistema de captação, armazenamento e manejo de água de chuva, segundo Brito et al. (2005) os mesmos correspondem a tabela a seguir:

Tabela 1. Elementos necessários para compor o sistema de captação, armazenamento e manejo de água de chuva

• Localização - o local selecionado para construção da cisterna deve estar situado longe de lixões, currais, fossas ou outros pontos de poluição que possam colocar em risco a qualidade da água e/ou comprometer a estrutura da cisterna. A cisterna deve ficar próxima à residência da família ou outras construções, para facilitar a colocação das calhas, tubos da área de captação e o próprio acesso à água;
• Tanque de armazenamento - é o reservatório para armazenamento da água da chuva, que pode ser construído utilizando diferentes materiais. Atualmente, o modelo mais utilizado é o de placas pré-moldadas, mas outros, como, por exemplo, o de tela de alambrado e cimento já está tendo boa aceitação, por apresentar custos compatíveis e flexibilidade no tamanho do tanque de armazenamento;
• Área de captação - é essencial para captar a chuva precipitada e permitir seu escoamento para o tanque por meio de calhas e tubos. Normalmente, é utilizado como área de captação o próprio telhado das moradias, porém é necessário que, além do tamanho necessário, ele seja regular para captar toda a água da chuva;
• Calhas - toda cisterna deve contar com um sistema de calhas para conduzir a água da área de captação, normalmente o telhado das casas, para o tanque de armazenamento. Devem-se ter alguns cuidados com as calhas para que estas coletem toda a água sem provocar desperdícios;
• Cerca de arame - a cisterna deve ser cercada para evitar que pequenos animais (galinhas, cabritos) subam na cobertura e levem sujeiras para dentro da cisterna, como também, acidentes com crianças;
• Calçada - a cisterna deve conter uma calçada para evitar infiltrações da água de chuva nas laterais do tanque de armazenamento, que podem comprometer sua estrutura;
• Bomba - para evitar o contato direto com a água e, em alguns casos, o uso de vasilhas não adequadas para retirar a água, a cisterna deve conter uma bomba manual. A água pode ser bombeada diretamente para um reservatório menor localizado na cozinha da casa;
• Aeradores - a cisterna deve conter tubos em suas paredes, para permitir a renovação do oxigênio dissolvido na água, podendo um desses aeradores ser o próprio sangradouro. Na extremidade desses tubos, deve existir um ralo ou uma tela para evitar a entrada de pequenos animais e materiais grosseiros;
• Sangradouro - é essencial a colocação de sangradouro no tanque para permitir o escoamento do excedente da água armazenada;
• Porta - a cisterna deve conter uma porta para permitir sua limpeza, a qual deve ser mantida fechada para evitar acidentes com crianças e animais.

Para que as famílias assentadas na porção sul do assentamento Roseli Nunes possam aderir ao sistema de captação e armazenamento de água da chuva por meios de cisterna é necessário que se tenham e construam todos os elementos citadas acima como a Localização, Tanque de Armazenamento, Área de Captação, Calhas, Cerca de Arame, Calçada, Sangradouro, Aeradores, Bomba e Porta, além de seguir as recomendações de cada um desses elementos.

Outros fatores de extrema relevância que devem ser levados em consideração para a instalação de cisterna, são a obtenção dos dados referente à precipitação anual de chuvas no município onde o assentamento é localizado, calculo do volume de água necessário à família onde se varia conforme o número total de pessoas residente na casa, Valores médios do coeficiente de escoamento superficial de acordo com as características do material usado na cobertura da área de captação. Após a instalação das cisternas outros cuidados devem ser efetuados através do manejo, para que não ocorra nenhuma contaminação da água captada como no processo de lavagem e os desvios das primeiras águas. E para não ocorrer inconvenientes como os exemplos citados em que as cisternas não captaram o volume de água necessário as famílias, se o fator for à relação aos parâmetros das medidas dos telhados, uma das alternativas é a utilização de uma área de captação no solo para complementar ou substituir o telhado das casas sendo que a cisterna deve ficar totalmente enterrada recebendo o nome de cisterna calçadão (Brito et al., 2005).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As expectativas relacionadas à utilização de Cisternas como abastecimento de água das chuvas estão relacionadas às alternativas para garantir o acesso à água durante o período de estiagem, possibilidades de

criação de pequenos animais para consumo e pequenas produções para que melhore assim os hábitos alimentares das famílias rurais.

Todos esses dados levantados devem ser levados em consideração caso a adoção das cisternas seja a melhor opção a melhorar a viabilização da produção e as atividades básicas das famílias do Roseli Nunes. No entanto, tendo em vista o rol de estruturas a serem realizadas para a construção de um projeto de distribuição de água através da captação e manejo de água de chuva, utilizando-se de cisternas, uma das lutas do Dossiê da água do Roseli Nunes é a obtenção de recursos para poder iniciar efetivamente e urgentemente esse projeto na porção sul do assentamento, para isso o mesmo foi entregue junto ao INCRA como documento de reivindicação ao acesso a água e ao descaso junto à comunidade. E com a intenção de que se efetive um projeto de redistribuição de água no assentamento o dossiê também procura alternativas junto ao Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA.

Partindo deste encadeamento, outra alternativa a ser dialogada, pensando no contexto do Roseli Nunes é a busca per incentivos ao Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), pois o perfil das famílias contempladas com o Programa Cisternas do MDS é o mesmo do Roseli Nunes, porém em regiões diferentes, mas que sofrem com períodos prolongados de estiagem, ou seja, o público das cisternas é formado por famílias de baixa renda que moram na área rural de municípios da região e que não tenham fonte de água ou meio de armazená-la adequadamente para o suprimento de suas necessidades básicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

ANDRADE NETO, C. O. **Captação e Uso da Água da Chuva**. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, v.Ano XI, n.n 22, p.07-07, 2002.

ARSKY, I.; SANTANA, V. **Acesso à água na zona rural: o desafio da gestão**. In: Fórum Brasileiro de Economia Solidária, 2012. < http://www.fbes.org.br>. p.2.

BATISTA, C. **Cartografia geográfica comunitária: a distribuição da água no assentamento Roseli Nunes - desafios e possibilidades**. In: XXI Encontro Estadual de Geografia, Associação dos Geógrafos Brasileiros – AGB Porto Alegre, Maio de 2012. Rio Grande - RS. 14p.

CAVALCANTI, N. B.; BRITO, L. T. L.; RESENDE, G. M. **Capacidade de captação de água de chuva em cisternas de comunidades da zona rural do município de Petrolina, Pernambuco**. In: 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2005, Teresina – PI. p. 1-8.

GNADLINGER, J.; SILVA, A.; LIMA BRITO, L. T. **P1+2: Programa uma terra e duas águas para um semi-árido sustentável**. 2005, p. 62-77.

LAMERA, J. A.; FIGUEIREDO, A. M. R. **Os Assentamentos rurais em Mato Grosso.** In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Rio Branco – Acre, 2008. p. 21.

LIMA BRITO, L. T.; SILVA, S. A. **Água de chuva para consumo humano e produção de alimentos**. In: 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2007, Belo Horizonte - MG. p. 1-16.

LIMA BRITO, L. T.; SOUZA SILVA, A.; PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, W. M. **Cisternas domiciliares: água para consumo humano**, 2005. p. 81-101.

PORTAL MATO GROSSO. **Geografia do município de Mirassol D'Oeste,** 2012 **<** http://www.mteseusmunicipios.com.br/NG/conteudo.php?sid=172&cid=856> acesso em: 15 de Junho de 2012.

TADEU GRASSI, M. **Águas do planeta Terra**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, Edição especial – Maio 2001. p. 31-40.

TAVARES, A. C.; SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, L. A.; SOUTO, R. Q.; NÓBREGA, R. L. B.; OVRUSKI CEBALLOS, B. S. **Captação e manejo de água de chuva em cisternas: uma forma de mitigar os efeitos das secas prolongadas no Nordeste semi-árido – estudo de caso: Assentamento Paus Brancos, Paraíba.** In: 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2007, Belo Horizonte – MG. p. 8.

XIMENES, D. **Programa cisterna é reconhecido como política pública de acesso à água. Ministério do Desenvolvimento Social e combate à Fome – MDS.** 2010, <http://www.mds.gov.br/saladeimprensa/noticias/2010/junho/programa-cisternas-e-reconhecido-como-politica-publica-de-acesso-a-agua> acesso em: 14 de Junho de 2012.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

A DIMENSÃO AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA O PROGRAMA CISTERNAS RURAIS

Maria José dos Santos[1], Rafael Cardoso Meneses,
Bernardo Antunes Gomes Silva & Inajá Francisco Souza

Resumo: O Programa Um Milhão de Cisternas Rurais é uma ação tecnologia utilizada para minimizar os efeitos da irregularidade de oferta da água no Semiárido brasileiro. Estudar e avaliar políticas de desenvolvimento exige discorrer-se sob uma ótica sistêmica que permita apreender as interações em suas diversas dimensões. O objetivo deste trabalho é propor um sistema de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido. Os resultados referentes ao grau de satisfação e cuidados com a cisternas apresentaram índices altos, porém, principalmente a não utilização da bomba para retirar água da cisterna por todos os entrevistados causa do comprometimento da saúde população. Conclui-se ser factível a elaboração de um sistema de avaliação do Programa por meio de indicadores de sustentabilidade para a verificação multidimensional exigida em diferentes escalas, em particular no âmbito local.

Palavras-chave: água de chuva, indicadores ambientais, P1MC.

INTRODUÇÃO

Análises e teorias sobre a convivência com o Semiárido têm relacionado diretamente a qualidade de vida da população à ocorrência das secas e ao abastecimento de água. Em termos climatológicos, a seca é um fenômeno freqüente e característico da região semiárida do Nordeste brasileiro, com intensidade e efeitos variáveis no espaço e no tempo. A situação geográfica do território denominado **Semiárido sergipano** é favorável à ocorrência de episódios de seca não se constituindo, então, propriamente uma surpresa, devendo antes ser encarado como um componente climático de determinada freqüência no sentido do que já ocorreu no passado e ocorrerá no futuro.

Em referência à sustentabilidade, deve ser considerada sincronicamente a diversidade das suas dimensões: sustentabilidade econômica, social, ecológica, espacial, cultural e institucional. Porém, neste estudo abordaremos especificamente a dimensão ambiental na qual a principal inquietude refere-se aos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente. Nessa visão, a produção primária oferecida pela natureza, neste caso a água de chuva, uma das bases fundamentais sobre a qual se assenta a população do Semiárido brasileiro. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é propor um sistema de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido - **SIAVS-P1MC** nos moldes preconizados pela OECD (1994), AGENDA 21 (1997) e pelo IBGE (2002).

METODOLOGIA

Adota-se o método de observação e análise, de natureza e abordagem analítica qualitativa, quantitativa, descritiva e interdisciplinar. Neste trabalho foram eleitos como indicadores de sustentabilidade do P1MC a captação, o armazenamento, a manutenção do sistema de colheita de água de chuva e os cuidados com o meio ambiente. O sistema de indicadores de sustentabilidade dispõe, metodicamente, a dimensão, os temas e as

[1] Química Pesquisadora Doutora da Universidade Federal de Sergipe, CCBS/DBI/Laboratório de Ecologia Sustentabilidade Educação Ambiental. aquatunem@yahoo.com.br

variáveis que buscam mensurar a sustentabilidade ambiental do programa P1MC. Os indicadores foram selecionados em escala local dada a particularidade e a curta temporalidade de execução do P1MC.

Diante da escolha de levantar os dados no âmbito comunitário destaca-se a necessidade e importância, por trabalhar no micro universo da ação, de determinar a variação local para posterior avaliação do desempenho estadual e regional. Foram propostos os indicadores e variáveis específicos em consonância com os dados primários gerados na pesquisa de campo. Valendo-se dessas ferramentas foram elaborados três módulos de indicadores específicos do Programa o primeiro aborda a **importância da água de chuva,** o segundo a **manutenção do sistema** e o terceiro refere-se a aspectos relacionados ao **solo, vegetação e saneamento** no qual as variáveis servem de base para avaliar a sustentabilidade por meio da interligação entre os variados fatores no processo de mudança interna, externa do sistema. Estes indicadores permitem estabelecer cenários dinâmicos que contribuem de forma decisiva para aperfeiçoar resultados, orientar metodologias e estratégias possibilitando melhoria nos padrões de armazenamento, uso racional do estoque e proteção da qualidade da água e da saúde dos usuários do sistema.

As microrregiões eleitas para a realização da pesquisa foram: o assentamento Cajueiro, na cidade de Poço Redondo e o povoado Mocambo, no município de Tobias Barreto. Foram aplicados 71 questionários significando que uma média de 44% das chefas ou chefes das famílias beneficiárias entrevistadas (Tabela 1).

Tabela 1. Questionários Aplicados por Povoado

Município	Povoado	Cisternas Construídas	Nº Questionários aplicados	Percentual
Tobias Barreto	Mocambo	64	31	48, 44%
Poço Redondo	Cajueiro	97	40	41,24%

RESULTADOS E CONCLUSÕES

A água, no contexto deste trabalho, traz a água da chuva como mote principal, e assim o é, porque as comunidades alvo têm a chuva como sua fonte hídrica essencial. Assim, vê-se a seguir como retratam essa realidade e os efeitos do P1MC. As variáveis específicas apreendem de que forma a população está percebendo e participando do processo. Os resultados estão descritos na Tabela 2 e Figuras 1 a 4, a seguir.

Entre os fatores ambientais determinantes do bem estar social das populações humanas, encontra-se o provimento de serviços adequados de abastecimento de água fundamentais para o desenvolvimento de atividades econômicas e à sustentabilidade ambiental. No entanto, 100% dos domicílios do Povoado Mocambo e do Assentamento Cajueiro não são atendidos por sistema de abastecimento público de água o que torna a água de chuva muito importante para a maioria da população (74% e 90%) respectivamente. 23% a consideram importante e surpreendentemente 3% responderam que a chuva é pouco importante (Figuras 1, 2 e 3 e 4).

Por sua vez, os entrevistados do Mocambo e Cajueiro consideraram, respectivamente, o P1MC muito importante (90,32% e 92,5%), importante (9,68% e 7,5%). A população percebe o Programa Cisternas Rurais como um elemento que estimula o uso racional da água. Provavelmente porque o volume armazenado de 16 mil litros exige o uso restrito e ser insuficiente para o suprimento de água para todas as atividades durante a seca.

Os resultados sobre manutenção dos sistemas de captação de água de chuva estão apresentados na Tabela 3 e Figuras 5 a 8.

Muitos são os itens de cuidados e manutenção do sistema de colheita de água da chuva. Eles iniciam com a captação, por meio dos cuidados com o desvio das primeiras águas, 94% dos usuários do Mocambo e 95% do Cajueiro assim procedem. Quanto à limpeza os dados demonstram que 90,30% do Mocambo e 100% do Cajueiro têm esta preocupação. No que se refere à pintura, respectivamente, 77,42% e 62,5% a fazem, assim como nos itens de limpeza e manutenção das calhas (90,32% e 75%) e do telhado (52% e 67,5%). Em termos

Tabela 2. Importância da Água de Chuva - Comunidades Mocambo e Cajueiro

Tema	Variável	Resposta	Povoado Mocambo		Assentamento Cajueiro	
			Quant.	(%)	Quant.	(%)
AMBIENTAL	Acesso a sistema de abastecimento	Sim Não	0 31	- 100	- 40	- 100
	Importância da água de chuva	Muito importante Importante Pouco importante	23 7 1	74 23 3	36 2 1	90 7,5 2,5
	Captação de água de chuva	Necessária Desnecessária	31 -	100 -	40 -	100 -
	Importância do P1MC	Muito importante Importante Pouco importante	28 3 -	90,32 9,68	37 3 -	92,5 7,5 -
	P1MC minimiza problemas da seca?	Sim Não	28 3	90,30 9,70	38 2	95 5
	Estimula uso racional da água	Sim Não	31 0	100 0	32 8	80 20
	Melhoria da saúde	Sim Não	28 3	90,30 9,70	38 2	95 5
	Melhoria da renda	Sim Não	24 7	77 23	38 2	95 5
	Confia na água que consome?	Sim Não	30 1	97 3	11 20	27,5 72,5
	Expectativa de plantar, colher e criar animais?	Sim Não	13 18	42 58	30 10	75 25
	Melhoria da qualidade de vida	Sim Não	23 8	74 26	38 2	95 5

Fonte: Pesquisa de campo, 2008/2009

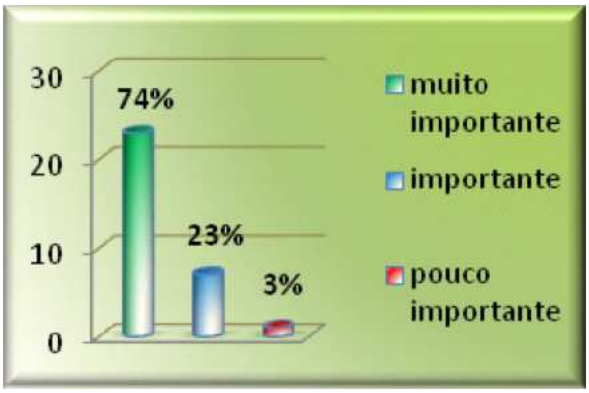


Figura 1. Importância da Água de Chuva Povoado Mocambo. Tobias Barreto/SE

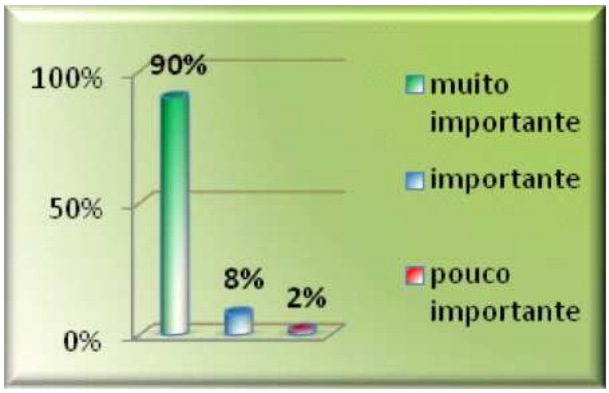


Figura 2. Importância da Água de Chuva Assentamento Cajueiro. Poço Redondo/SE

de procedimentos de conservação, a qualidade da água armazenada e nos pontos de coleta e uso é um item importantíssimo porque, dependendo das práticas adotadas pode representar sérios riscos à saúde da família diante das possibilidades da transmissão de doenças de veiculação hídrica. Um fator complicador é o não uso da bomba para retirar a água da cisterna por 100% dos entrevistados em ambas as localidades, visto que, parte destes (16% e 15%) não usam nenhum método de tratamento da água considerando, ainda, outro complicador: as famílias usam água trazida em carro pipa, 13% no Mocambo e 90% no Cajueiro, colhida sem cuidados com a segurança hídrica da população. A população relata que a água armazenada não é suficiente o atender as suas necessidades durante o período de estiagem tendo, então, que recorrer à compra de água.

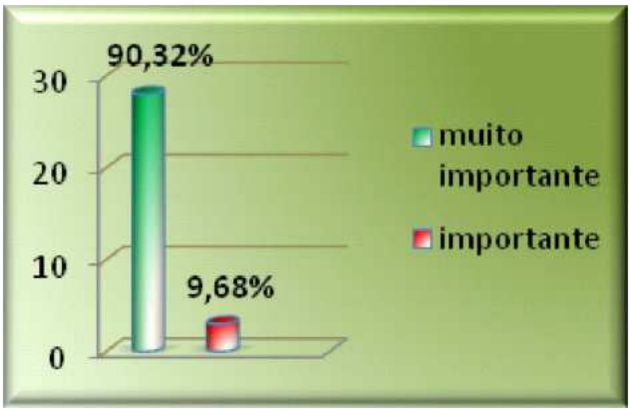


Figura 3. Importância do P1MC Povoado Mocambo Tobias Barreto/SE

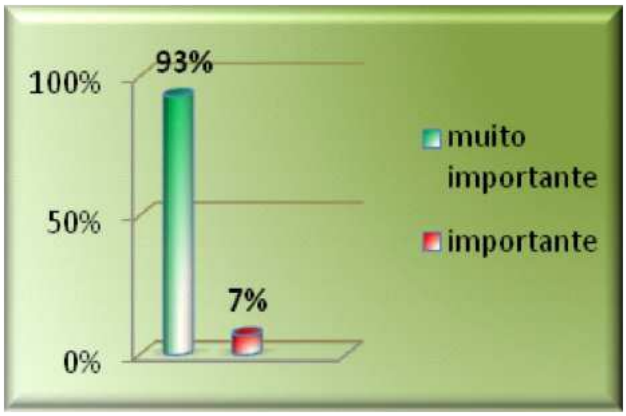


Figura 4. Importância do P1MC Assentamento Cajueiro. Poço Redondo/SE

Tabela 3. Água de Chuva e P1MC - Manutenção do Sistema - Povoado Mocambo e Assentamento Cajueiro

Tema	Variável	Respostas	Povoado Mocambo		Assentamento Cajueiro	
			Quantidade	(%)	Quantidade	(%)
AMBIENTAL Água de Chuva e P1MC	Costuma limpar a cisterna?	Sim Não	28 3	90,30 9,70	40 -	100 -
	Costuma pintar a cisterna?	Sim Às vezes Não	24 4 3	77,42 12,88 9,70	25 - 15	62,5 - 37,5
	A cisterna apresentou algum problema?	Sim Não	10 21	32 68	7 33	17,5 82,5
	Está satisfeito com a cisterna?	Sim Não	30 1	97 3	40 -	100 -
	Faz desvio das primeiras águas?	Sim Não	29 2	94 6	38 2	95 5
	Faz limpeza e manutenção do telhado?	Sim Não	16 15	52 48	27 13	67,5 32,5
	Faz limpeza e manutenção das calhas?	Sim Não	28 3	90,32 9,68	30 10	75 25
	Cuida para evitar a entrada de sujeira na cisterna?	Sim Não	28 3	90,32 9,68	39 1	97,5 2,5
	Usa bomba para retirar água da cisterna?	Sim Não	- 31	- 100	- 40	- 100
	Faz tratamento da água armazenada?	Sim Não	26 5	84 16	34 6	85 15
	Filtra a água?	Sim Não	19 12	61 39	22 18	55 45
	Adiciona cloro à água?	Sim Não	22 9	71 29	25 15	62,5 37,5
	A chuva é suficiente para encher a cisterna?	Sim Ás vezes Não	21 10 0	68 32 -	9 24 7	22,5 60,0 17,5
	A água armazenada é suficiente para o uso	Durante toda estiagem Apenas qdo chove Não é suficiente	17 11 3	54,82 35,5 9,68	22 11 7	55 27,5 17,5
	A cisterna recebe água do carro pipa?	Sim Não	4 27	13 87	36 4	90 10

Fonte: Pesquisa de campo, 2008/2009

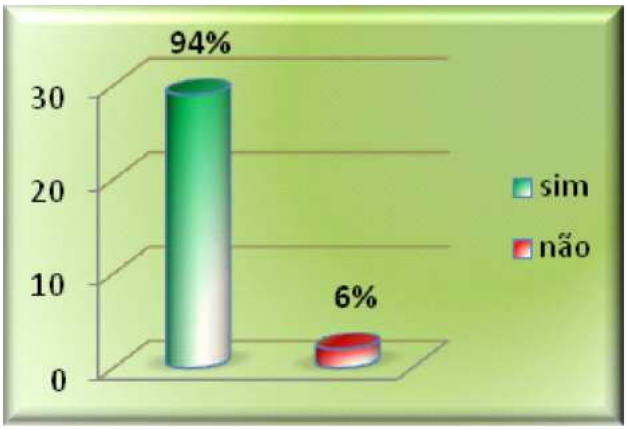


Figura 5. Desvio das primeiras águas da chuva Povoado Mocambo. Tobias Barreto/SE

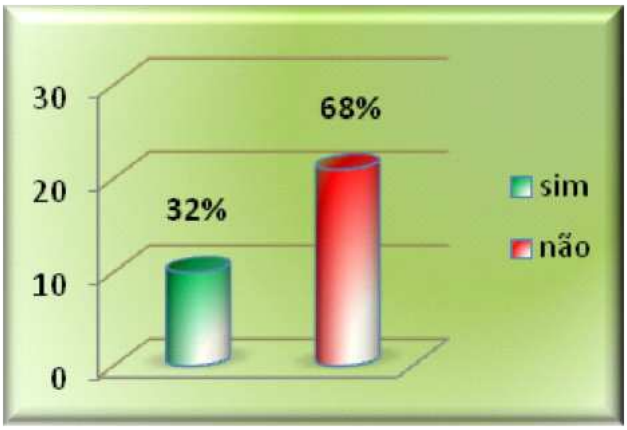


Figura 6. Problemas na cisterna Assentamento Cajueiro. Poço Redondo/SE

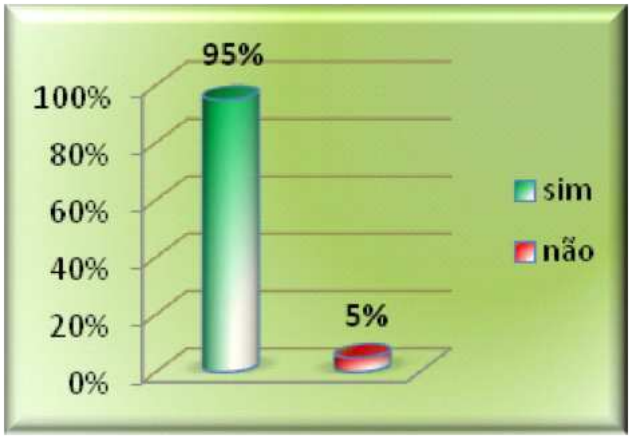


Figura 7. Desvio das primeiras águas da chuva Povoado Mocambo. Tobias Barreto/SE

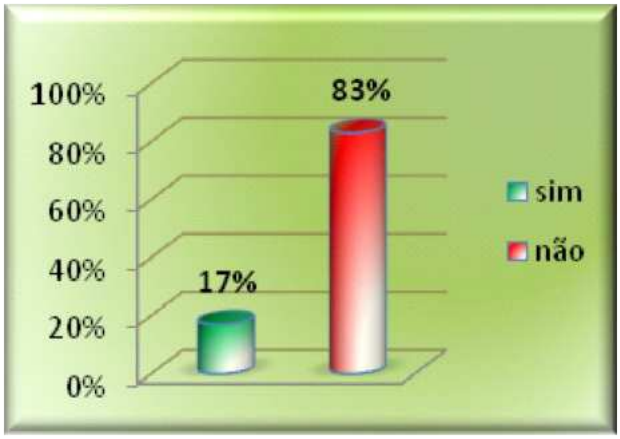


Figura 8. Problemas na cisterna Assentamento Cajueiro. Poço Redondo/SE

Em termos de suficiência pergunta-se: qual será o princípio básico para um abastecimento de água condigno? As normas internacionais definidas pela Organização Mundial de Saúde indicam o mínimo de 20 litros de água por pessoa/dia obtida de uma fonte localizada a uma distância máxima de 1 quilômetro. Esta quantidade é suficiente para beber e garantir a higiene pessoal da família (PNUD, 2006). O P1MC adota o modelo tecnológico no qual a capacidade máxima de armazenamento é de16 mil litros por cisterna. Isto significa que, caso a estiagem se prolongue por oito meses, cada componente da família terá ao seu dispor 13,33 litros, volume inferior ao recomendado.

Complementando a análise dos indicadores ambientais trataremos a seguir dos sub-temas da dimensão ambiental: solo, vegetação e saneamento. Ao serem perguntados sobre conservação de solo e água e uso de agrotóxicos os resultados demonstram o pouco conhecimento sobre estes assuntos. Os dados mostram que no Mocambo (84%) e Cajueiro (85%) dos entrevistados não adotam práticas de conservação de solo e água. Quanto ao manejo da caatinga 74% e 75%, respectivamente, não adotam esta prática. Um fator positivo foi o pouco uso de agrotóxicos (23% e 30%). No Povoado Mocambo os agricultores usam mais adubo orgânico (90,32%) que químico (9,68%). Porém, no Assentamento Cajueiro ocorre o inverso, 80% dos agricultores não usam adubo orgânico e 70% usam adubo químico (Tabela 4, Figuras 9 e 10).

Quanto ao esgotamento sanitário a situação é bastante preocupante, 42% no Mocambo e 70% no Cajueiro dispõem as águas servidas diretamente no ambiente sem nenhum tipo de tratamento, visto que, não há rede coletora de esgotos nestas comunidades. Em 100% de ambas as localidades também não há coleta de lixo. Em

Tabela 4. Indicadores Ambientais: Solo, Vegetação e Saneamento- Povoado Mocambo e Assentamento Cajueiro

Tema	Variável	Respostas				
			Quant.	(%)	Quant.	(%)
AMBIENTAL Solo Vegetação Saneamento	Pratica de conservação de solo e água?	Sim Não	5 26	16 84	6 34	15 85
	Usa agrotóxico?	Sim Não	7 24	23 77	12 28	30 70
	Usa adubo orgânico?	Sim Não	28 3	90,32 9,68	8 32	20 80
	Usa adubo químico?	Sim Não	3 28	9,68 90,32	28 12	70 30
	Faz manejo da caatinga?	Sim Não	8 23	26 74	10 30	25 75
	Pratica queimada?	Sim Não	30 1	97 3	32 8	80 20
	Extrai lenha?	Sim Não	29 2	94 6	28 12	70 30
	Extrai madeira?	Sim Não	0 31	0 100	3 37	7,5 92,5
	Há tratamento das águas residuais?	Sim Não	- 31	- 100	- 40	- 100
	Joga as águas servidas no ambiente?	Sim Não	13 18	42 58	28 12	70 30
	Há coleta de lixo?	Sim Não	- 31	- 100	- 40	- 100
	Separa e reaproveita o lixo?	Sim Não	5 26	16 84	11 29	27,5 72,5
	Destino final do lixo	Céu aberto Queimado Enterrado Coletado	1 28 2 -	3 90 7 -	2 38 - -	5 95

Fonte: Pesquisa de campo, 2008/2009

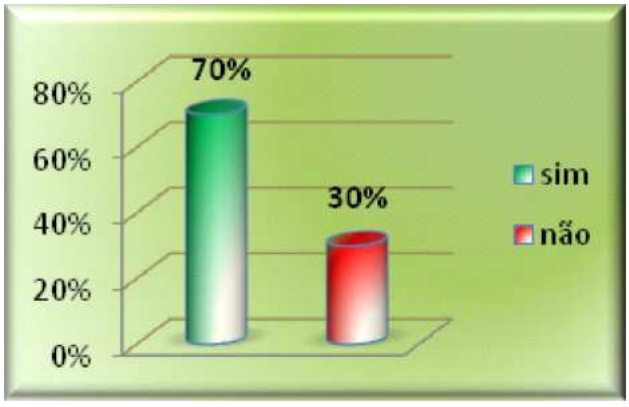


Figura 9. Destino das águas servidas Povoado Mocambo Tobias Barreto/SE

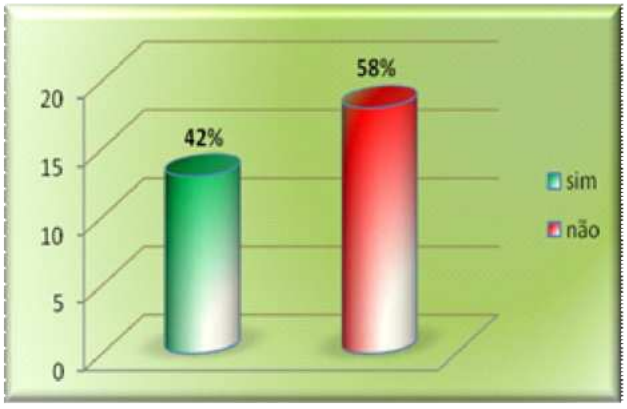


Figura 10. Destino das águas servidas Assentamento Cajueiro. Poço Redondo/SE

se tratando do destino final dado aos resíduos sólidos, os dados demonstram que 90% no Mocambo e 95% no Cajueiro adotam a prática da queimada.

Os resultados obtidos permitem concluir que diante das práxis adotada pela maior da população, a ampla maioria não empreende ações de proteção e conservação ambiental, exercem **pressão sobre o meio natural**

que resulta em **pressão à sociedade num processo de retroalimentação.** Isto significa que o **estado** da base natural encontra-se em progressivo processo de comprometimento devido ao desmatamento, falta de tratamento das águas residuais e disposição inadequada do lixo. Porém, o armazenamento de água da chuva **diminui a pressão** da estiagem sobre a população e o reconhecimento da importância do P1MC contribui para a interação população com o Semiárido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. 2ª. ed. Brasília: Senado Federal, Sub Secretaria de Edições Técnicas, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Draft Synthesis Report Group on State of Environment workshop on Indicators for Use in Enviromental Performance reviews.** Doc ENV/EPOC/SE, Paris, 2000.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório do Desenvolvimento Humano-RDH.** 2006.

ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO SIMPLIFICADO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Liane Yuri Kondo Nakada[1] & Rodrigo Braga Moruzzi[2]

Resumo: O presente trabalho apresenta uma estação experimental de captação e tratamento simplificado de águas pluviais, instalada nas dependências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP *campus* Rio Claro. O tratamento estudado consiste em filtração direta, em três meios filtrantes distintos. Para o estudo apresentado foram realizados ensaios em escala de bancada em equipamento Jarteste, com rotação de 600rpm durante 40s, com dosagens de amidos de milho catiônico e não iônico. Na estação em escala real foi empregada taxa de filtração de 450m³/m².dia e amido de milho catiônico como coagulante.

Palavras-chave: chuva, tratamento simplificado, aproveitamento não potável.

INTRODUÇÃO

A ausência de estruturas e sistemas de gestão adequados, aliados a padrões culturais incompatíveis, deixam milhões de pessoas sem o adequado acesso à água e intensificam os conflitos de uso, além de promoverem a degradação do recurso. Apesar da grande disponibilidade bruta de recursos hídricos no Brasil, diversas regiões sofrem com a escassez de água, que pode ser de origem quantitativa, decorrente de períodos de maior escassez hídrica, ou de origem qualitativa, resultante de modificações da qualidade da água pela poluição (Gonçalves et al., 2009).

O aproveitamento de água pluvial apresenta-se como uma alternativa socioambiental responsável e possível economicamente, no sentido de suprir demandas menos exigentes, caracterizadas por usos não potáveis, desde que atendidos os requisitos pertinentes. Volumes expressivos de águas pluviais podem ser acumulados em reservatórios e utilizados tanto no período de estiagem quanto durante o próprio período chuvoso, neste caso, como alternativa de uso em relação à oferecida pela rede pública Para o aproveitamento das águas pluviais escoadas é necessário direcioná-las a reservatórios e, dependendo do uso pretendido, submetê-las a algum tipo de tratamento. (Righetto et al., 2009).

De acordo com Richter (2009), polímeros podem ser empregados como auxiliares da floculação ou como coagulantes primários, sendo que a coagulação com polímeros é realizada, principalmente, por adsorção e neutralização de cargas completada por um efeito de formação de pontes entre partículas.

Di Bernardo & Dantas (2005) explicam que o mecanismo de adsorção e neutralização de carga é muito importante quando o tratamento emprega filtração direta, pois não há necessidade de produzir flocos para posterior sedimentação ou flotação, visto que o interesse se volta para as partículas desestabilizadas as quais serão retidas no meio granular dos filtros; e que o mecanismo de adsorção e formação de pontes (interparticle bridging) é caracterizado pela utilização de polímeros de grandes cadeias moleculares, os quais exercem a função de ponte entre a superfície à qual estão aderidos e outras partículas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo é realizado nas dependências do Centro de Estudos Ambientais (CEA), unidade complementar da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), sediado no campus de

[1] Engenheira Ambiental pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Rio Claro. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", intercampi. Avenida 24-A, 1515 - Bela Vista - Rio Claro - SP - CEP: 13506-900900 - Brasil - Tel: (19) 9135-2094 - email: lianenakada@gmail.com
[2] Engenheiro Civil pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre e Doutor em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Professor Assistente Doutor em RDIDP da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Rio Claro

Rio Claro, onde uma estação experimental de coleta e tratamento simplificado de águas pluviais teve suas instalações iniciadas por Nakada (2008) e Vieira (2008), e modificadas por Murakami (2011).

A estação experimental foi montada em escala real de modo a aproveitar o sistema de coleta e direcionamento de águas pluviais previamente instalado, o qual direciona as águas pluviais que escoam por uma área de cerca de 400m² (390m² de telhados e cerca de 10m² de pisos) para uma caixa coletora comum.

A montagem inicial (Figura 1) era constituída por tubulação de desvio da caixa coletora comum; caixa separadora de materiais grosseiros; três reservatórios plásticos para descarte de primeira chuva com capacidade de 200L cada; dois reservatórios de fibra de vidro com capacidade de 3000L cada; kit bomba-filtro; equipamento para bombeamento de água; hidrômetro; tubulações e conexões.

A. B.

Figura 1. Montagem experimental em 18/03/2008 (a) e em 05/08/2009 (b)

Estudos realizados por Nakada et al. (2010) e Nakada e Moruzzi (2011) indicaram necessidade de reconfiguração da estação experimental previamente instalada. O presente estudo discorre sobre a nova montagem experimental (Figura 2), com resultados preliminares.

Figura 2. Estação experimental de coleta e tratamento simplificado de águas pluviais atualmente instalada

Os seguintes procedimentos foram realizados: compra de dois reservatórios de fibra de vidro, um com capacidade para 10m³, e outro com capacidade para 3m³ ; retirada dos dois reservatórios de 3m³ (Figura 3a),

de suas respectivas bases e do kit bomba-filtro; construção de um telhado (Figura 3b) para evitar que as chuvas inviabilizassem a montagem experimental e para abrigar as bombas; construção de uma base para suporte dos três reservatórios com capacidade de 3m³ cada (Figura 4a) e instalação dos reservatórios sobre a base; escavação de uma vala (Figura 4b e 4c) e construção de uma estrutura lateral para suporte do reservatório com capacidade de 10m³; construção de uma caixa para a bomba dos filtros; instalação do reservatório com capacidade de 10m³ (Figura 5), retirada da areia contida no filtro previamente instalado e lavagem interna do filtro (Figura 6a e 6b); preenchimento dos três filtros com diferentes meios filtrantes (Figura 6c); instalação dos filtros; substituição do gradeamento para materiais grosseiros (Figura 7a e 7b); alterações das instalações hidráulicas e elétricas.

A. B.

Figura 3. Retirada dos reservatórios com capacidade de 3m³ cada em 31/05/2011 (a) e Telhado instalado em 30/06/2011 (b)

A. B. C.

Figura 4. Base para os três reservatórios de 3m³ cada em 07/07/2011 (a), Vala escavada para berço do reservatório de 10m³ em 07/07/2011 (b) e cobertura da vala com areia, em 08/07/2011 (c)

A. B.

Figura 5. Instalação do reservatório de 10m³ sobre o berço de areia, em 08/07/2011

A. B. C.

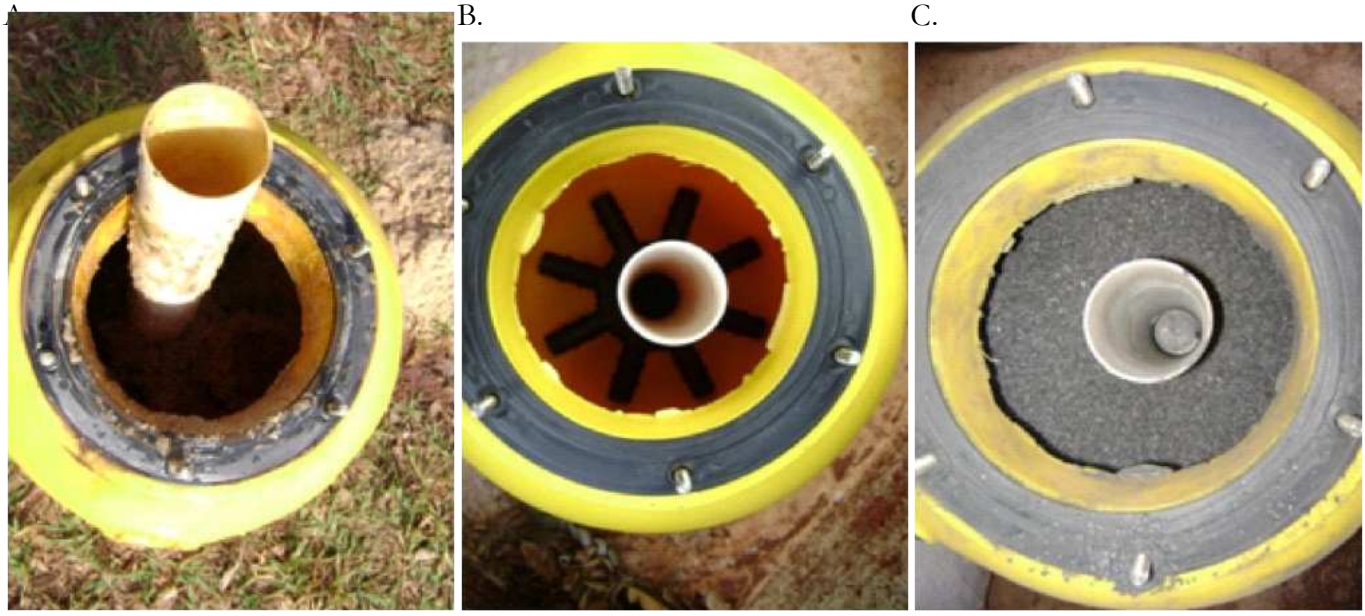


Figura 6. Retirada da areia do filtro previamente instalado (a) e filtro limpo sem meio filtrante (b) em 22/08/2011, preenchimento do filtro com meios filtrantes granulares em 29/08/2011 (c)

A Figura 8 apresenta esquematicamente a estação experimental de captação e tratamento simplificado de águas pluviais atualmente instalada, constituída por três reservatórios para descarte de 0,5mm, 1,0mm e 1,5mm; reservatório de armazenamento pré tratamento (10m³); reservatórios de armazenamento pós tratamento (3m³ cada); reservatório para água de lavagem dos filtros; um filtro com camada de areia com coeficiente de desuniformidade de 1,8; um filtro com camada de areia com coeficiente de desuniformidade <1,43; um filtro com camada dupla de areia e antracito (coeficiente de desuniformidade da areia 1,8; do antracito 1,7); bombas.

Para o presente estudo foi utilizada água pluvial armazenada proveniente de um evento (11,6mm precipitados em 16 de abril de 2012). Foram realizados ensaios em escala de bancada em equipamento Jarteste, com rotação de 600rpm durante 40s, com dosagens de amidos de milho catiônico e não iônico. Na estação em escala real foi empregada taxa de filtração de 450m³/m².dia e amido de milho catiônico como coagulante, em carreiras de filtração de 1 hora para cada filtro.

A. B.

Figura 7. Grade para materiais grosseiros em 18/03/2008 (a) e em 18/01/2011 (b)

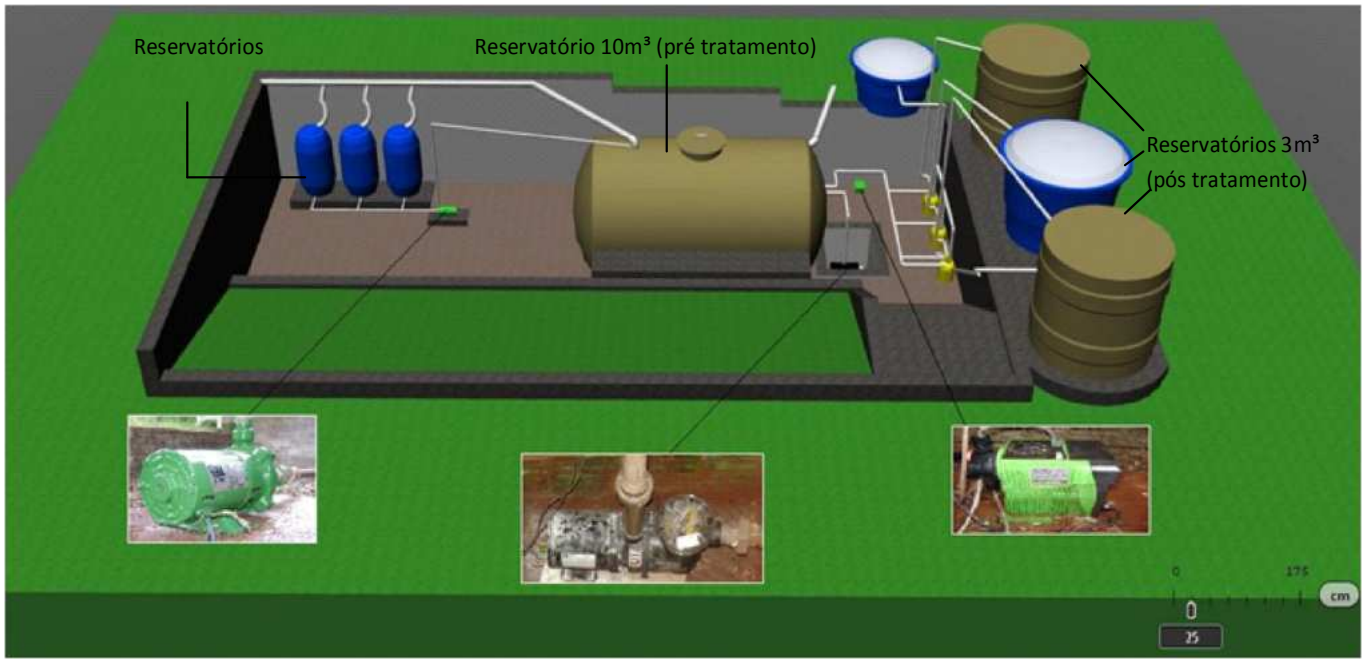


Figura 8. Representação esquemática da estação experimental de coleta e tratamento simplificado de águas pluviais atualmente instalada

São apresentados os resultados das análises qualitativas das variáveis recomendadas pela NBR15527 (ABNT, 2007), conforme Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 9 apresenta os resultados de cor (uH), turbidez (UT), temperatura (ºC) e pH após mistura rápida em Jarteste e filtração em filtro whatman 40. A partir desses resultados foi selecionada a dosagem (6mg/L) de solução de amido de milho catiônico empregado em escala real.

A Figura 10 apresenta os resultados de cor (uH) e turbidez (UT) coletados a cada 10 minutos de cada filtro, durante a carreira de filtração (1 hora) em escala real.

Tabela 1. Variáveis de qualidade de água pluvial para fins não potáveis. Fonte: NBR15527 (ABNT, 2007)

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100mL
Cloro residual	Mensal	0,5 mg/L a 5,0 mg/L
Turbidez	Mensal	<2,0UT para usos menos restritivos <5,0UT
Cor aparente	Mensal	<15UH
pH	Mensal	6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

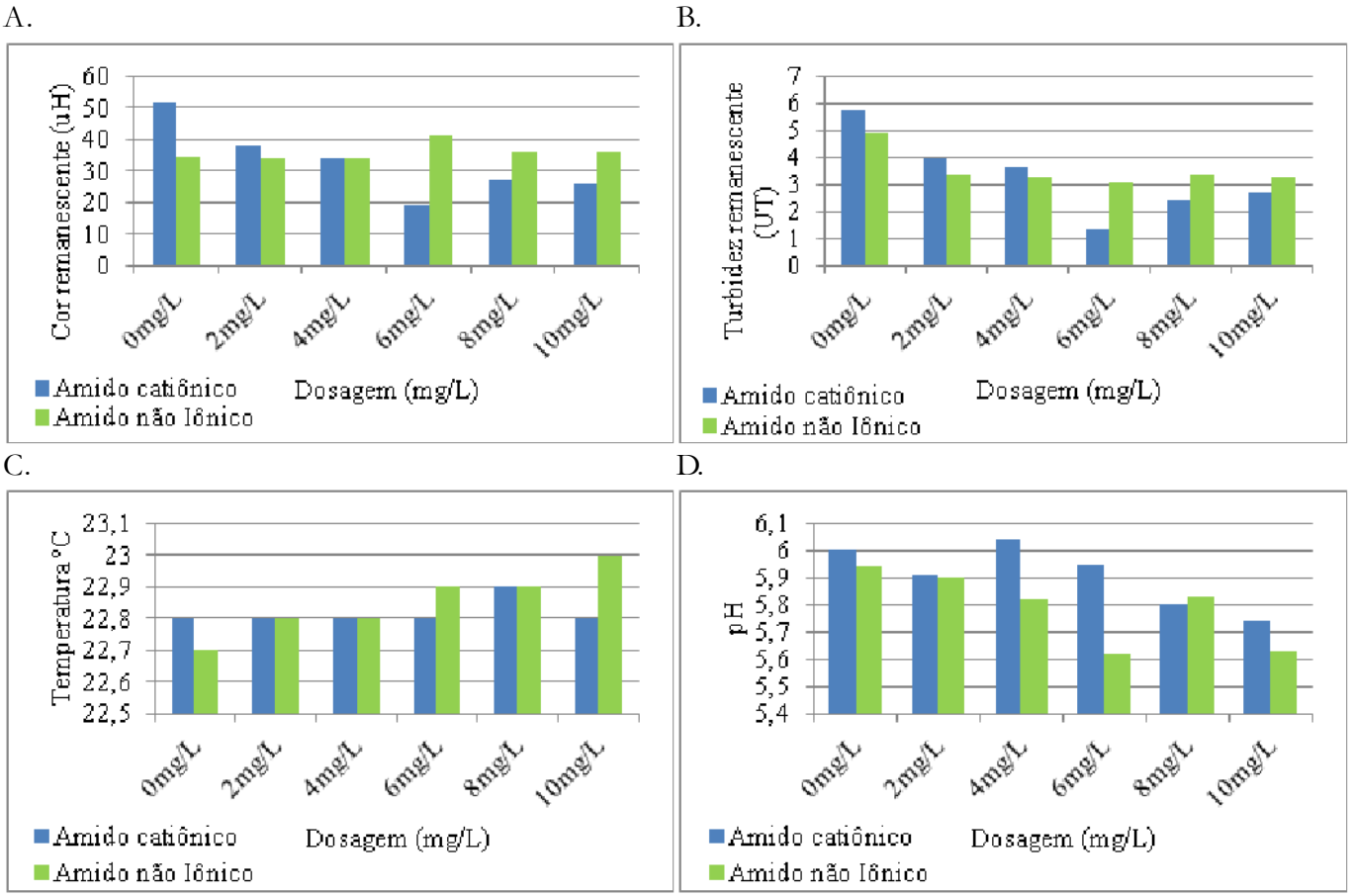


Figura 9. Resultados de cor (uH), turbidez (UT), temperatura (ºC) e pH após mistura rápida em Jarteste e filtração em filtro whatman 40

A Figura 11 apresenta os resultados de cor (uH), turbidez (UT), temperatura (ºC), pH, coliformes totais (NMP/100mL) e E.Coli (NMP/100mL) da água bruta e da água na saída dos filtros 1, 2 e 3.

É possível observar que a água é de melhor qualidade na saída dos filtros, quando comparada com a água armazenada sem tratamento.

Para a variável cor (uH) em nenhuma situação foi atingida remoção satisfatória, sendo a maior remoção realizada pelo filtro 2 (6,6667 uH ou 27,97%).

Para turbidez (UT), houve remoção até valores recomendados pela NBR 15527/2007, sendo o filtro 2 responsável pela maior remoção (3,07UT ou 48,14%).

Para coliformes totais (NMP/100mL) e *E.Coli* (NMP/100mL) não houve remoção total, porém, as eficiências de remoção foram elevadas, sendo as melhores situações apresentadas pelo filtro 3 para ambos os parâmetros, redução de 6405,9 NMP/100mL ou 93,28% para coliformes totais e de 82 NMP/100mL ou 97,62% para *E.Coli*.

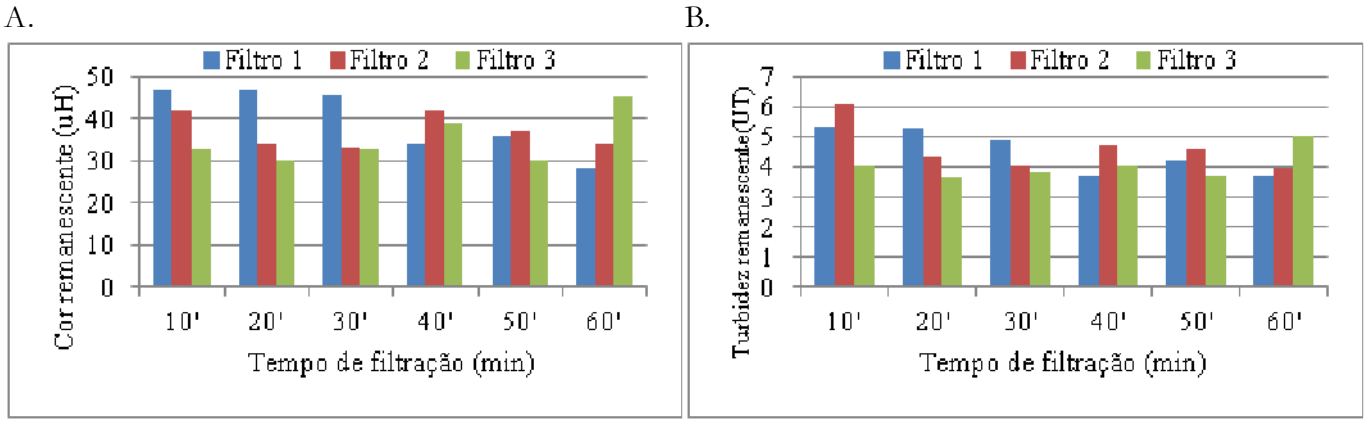


Figura 10. Monitoramento dos remanescentes (a) de cor (uH) e (b) de turbidez (UT), durante a carreira de filtração em escala real

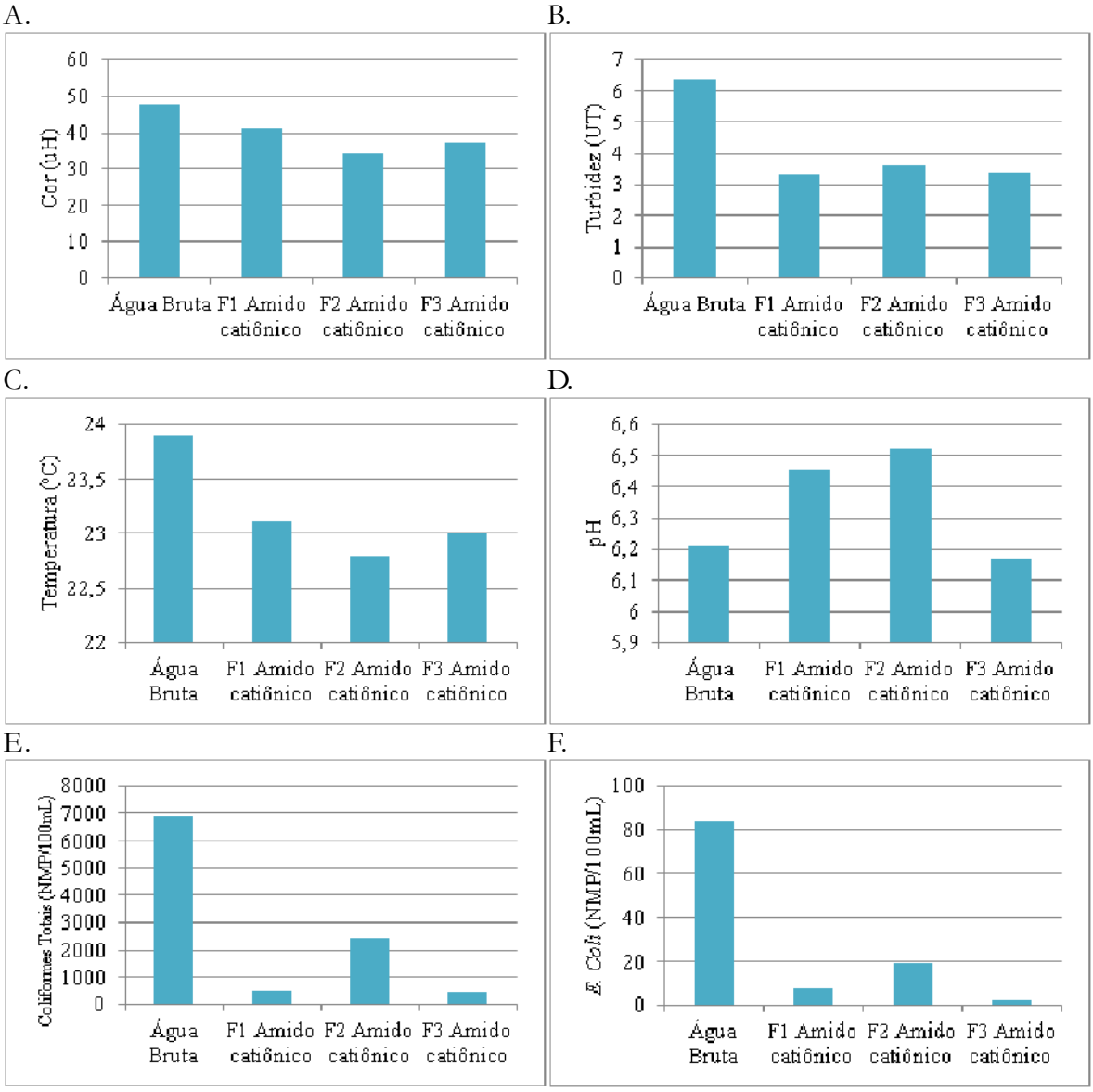


Figura 11. Resultados das análises da água bruta e da água na saída dos filtros 1, 2 e 3: (a) cor (uH), (b) turbidez (UT), (c) temperatura (ºC), (d) pH, (e) coliformes totais (NMP/100mL), (f) *E.Coli* (NMP/100mL)

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos sugerem que o sistema em estudo pode constituir eficiente tratamento simplificado de águas pluviais, no entanto, não constitui estratégia de tratamento de fácil operação, que poderia ser facilmente realizada por qualquer usuário da água tratada sem prejuízos à qualidade da água na saída dos filtros.

Recomenda-se estudar difentes chuvas e coagulantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Financiadora de Estudos e Projetos Ref. 2198/07 - Quantidade, Qualidade, Tratamento e Aproveitamento de Águas Pluviais pelo auxílio financeiro, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq 477102/2007-7 - Tratamento físico-químico de águas cinzas e de água pluvial visando reuso/aproveitamento para uso não potável e CNPq 477881/2006-8 - Estratégias simplificadas para tratamento de água de chuva para fins não potáveis, pelo Auxílio financeiro.e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, por concessão de bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Di Bernardo, L. & Dantas, A.D.B. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 2 ed. São Carlos: RiMa, 2005. v.2. 1565p.

Gonçalves, R. F.; Jordão E. P.; Januzzi, G. Introdução. In.: Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Ricardo Franci Gonçalves (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

Murakami, M. F. Avaliação do desempenho de uma unidade em escala real para tratamento de água de água pluvial empregando a filtração rápida por meio de filtro de pressão e amido natural de milho como coagulante primário. São Carlos: UFSCar, 2011. 82p. Dissertação Mestrado.

Nakada, L. Y. K. Tratamento de água pluvial para fins não potáveis com utilização de amido de milho como coagulante em filtração cíclica em escala de laboratório. Rio Claro: UNESP, 2008. 39p. Trabalho de conclusão de curso de graduação.

Nakada,L.Y.K.; Moruzzi, R. B. Estudo estatístico sobre parâmetros qualitativos de águas pluviais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26, 2011, Porto Alegre. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2011.

Nakada, L.Y.K.; Murakami, M. F.; Moruzzi, R. B. Tratamento simplificado de águas pluviais visando aproveitamento para fins não potáveis. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 14, 2010, Porto. Anais... Porto: APESB, ABES, 2010. P.425.

Richter, C. A. Água: Métodos e tecnologias de tratamento. 1 ed. São Paulo: Editora Edagard Blucher, 2009. 352p.

Righetto, A.M.; Moreira, L.F.F.; Sales, T.E.A. Introdução. In.: Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Antônio Marozzi Righetto (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009

Vieira, J. Coleta e estratégia simplificada de tratamento de água de chuva para fins não potáveis com ênfase no uso industrial. Rio Claro: UNESP, 2008. 53p. Trabalho de conclusão de curso de graduação.

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DO POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI CEARENSE

Renato de Oliveira Fernandes[1], Wandenúsia de Oliveira Silva[2] & Rodolfo Luiz Bezerra Nóbrega[3]

Resumo: Os sistemas de aproveitamento de água de chuva têm se apresentado como uma das alternativas para uso racional da água. A instalação de um sistema de aproveitamento de água da chuva possibilita aumentar a oferta de água na edificação e reduzir as demandas nos sistemas públicos de abastecimento de água. Diante deste contexto, o presente trabalho avaliou quantitativamente o potencial de aproveitamento de água de chuva em um município localizado na Região Metropolitana do Cariri Cearense com o objetivo de obter os primeiros resultados dos benefícios da utilização desses sistemas nessa área. Os resultados mostram grandes interferências do regime climático da região na segurança de abastecimento das cisternas, mas apresenta possibilidade de utilizar a água da chuva para fins não potáveis podendo reduzir consideravelmente a demanda por água potável da rede pública.

Palavras-chave: clima, conservação, demanda de água.

INTRODUÇÃO

O aproveitamento de água de chuva tem sido muito estudado recentemente demonstrando viabilidade econômica e ambiental para diferentes regiões do Brasil (Tomaz, 2003). No entanto, o uso de sistemas de aproveitamento da água de chuva depende principalmente do regime de chuva local, necessitando dessa forma de análise particular para cada região. No Brasil existem regiões com precipitação média anual de 550 mm na região semiárida a 2.850 mm na região Norte do país, apresentando uma alta variabilidade espacial da chuva (ANA, 2011), associado a isto se soma a variabilidade temporal. Especificamente no semiárido brasileiro ocorrem períodos diferenciados para o início e fim do período chuvoso. Na região do Cariri Cearense, que é tratada neste trabalho, o período chuvoso está compreendido entre os meses de dezembro a maio (Porto, et al., 2011) com ocorrência principalmente nos meses de janeiro a abril (Nobre, 2012).

Além dos problemas causados na disponibilidade hídrica geradas pelas características climáticas da região semiárida brasileira, existem outros fatores, como o crescimento demográfico dos centros urbanos e o desenvolvimento industrial que geram demandas por água potável cada vez maior. Uma vez que a disponibilidade hídrica é estratégica para o desenvolvimento urbano e regional (Maranhão & Ayrimoraes, 2012) a implantação de estruturas coletivas ou individuais para uso eficiente da água pode minimizar os problemas gerado pela escassez quantitativa e/ou qualitativa da água (Gonçalves, 2011).

Uma das alternativas para aumentar a oferta de água na edificação e reduzir a demanda por água potável nos sistemas coletivos de distribuição de água é o aproveitamento da água da chuva. No entanto, o volume ideal da cisterna para armazenar a água da chuva depende principalmente de dois parâmetros: a área de captação e do regime de ocorrência da chuva. O primeiro é um parâmetro físico passível de intervenção humana e pode ser adaptada de acordo com características locais, enquanto que o segundo parâmetro não pode ser alterado, uma vez que é uma característica do clima, necessitando de avaliação mais detalhada para o melhor dimensionamento do sistema de captação e aproveitamento de água de chuva.

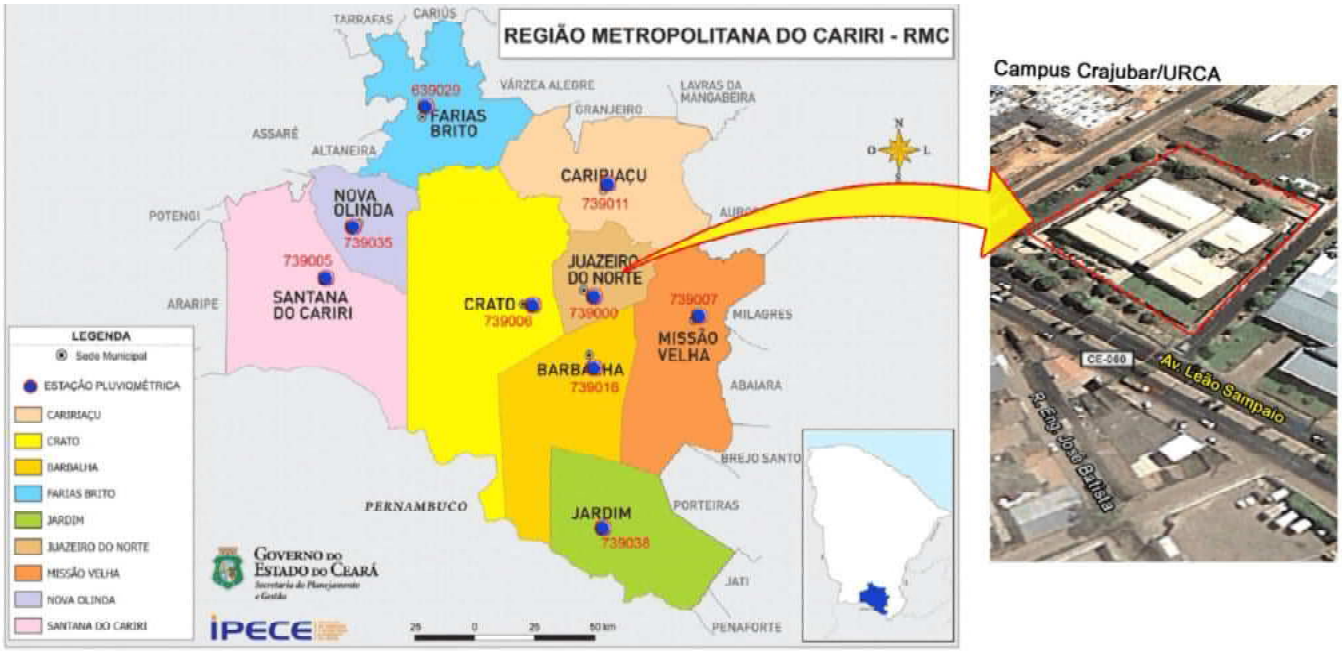
Para determinar o melhor volume do reservatório para armazenamento da água da chuva é comum quantificar a freqüência em que o reservatório é capaz de suprir totalmente a demanda. Nesse sentido, o

[1] Engenheiro Civil. Professor Assistente. Departamento de Construção Civil. Universidade Regional do Cariri – URCA. Av. Leão Sampaio, 107, Triangulo, Juazeiro do Norte-CE. CEP 63010-970. Tel.(88) 3102.1154. E-mail: renatodeof@gamil.com
[2] Aluna do Curso de Tecnologia da Construção Civil. Universidade Regional do Cariri – URCA
[3] Engenheiro Civil. Doutorando Landscape Ecology. Universidade de Goettingen, GA, Alemanha

presente estudo tem como objetivo avaliar o comportamento de cisternas quanto ao armazenamento de água de chuva em um município do Cariri Cearense buscando relacionar com o regime climático da região, a área de captação e a demanda de água. Em adicional é determinado o percentual de economia de água potável em uma edificação pública localizada nessa região com uma grande área de captação. A avaliação apresentada nesse estudo está direcionada para estudos posteriores no contexto do projeto "Intervenções Tecnológicas em Edificações Públicas para o Uso Eficiente da Água" que está em desenvolvimento na Universidade Regional do Cariri/URCA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar o potencial de aproveitamento da água de chuva em uma região do ponto de vista quantitativo é necessária a análise das séries históricas de chuvas. A partir das séries é possível caracterizar o regime atual de chuva e identificar os períodos secos e chuvosos que servirão para um melhor dimensionamento do sistema de captação de água da chuva. Nesse trabalho, a análise climatológica da chuva foi realizada para a Região Metropolitana do Cariri (RMC) que é composta por nove municípios (Figura 1). Os municípios mais populosos dessa região são Juazeiro do Norte e Crato (IBGE, 2010).



Fonte: Adaptado de IBGE/IPECE e Google Earth

Figura 1. Distribuição espacial das estações pluviométricas utilizadas na RMC e do campus Crajubar/URCA

A Figura 1 apresenta o código e a localização das estações pluviométricas usadas nesse estudo e obtidas da rede hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas (ANA, http://hidroweb.ana.gov.br/). Os dados de chuva são séries históricas diárias correspondentes aos últimos 31 anos (1981-2011) e foram usados para avaliação do volume de cisternas no município Juazeiro do Norte/CE baseada na análise das garantias de abastecimento das mesmas. A avaliação foi realizada através do software Netuno 3.0 (Ghisi & Rocha, 2011) com demandas variáveis e constantes e coeficiente de aproveitamento de água da chuva igual a 0,8.

No município de Juazeiro do Norte, as análises foram realizadas para o Campus Crajubar da Universidade Regional do Cariri-URCA (Crajubar/URCA). Essa instituição de ensino possui uma grande área de cobertura (2.513,46 m²), ilustrada na Figura 1, sendo quase em sua totalidade de telhas metálicas. Para a drenagem da

água pluvial existem calhas de zinco e condutores verticais e horizontais de PVC, com 150 mm e 100 mm de diâmetro. A avaliação do comportamento da cisterna para a edificação citada foi feita supondo a utilização da água da chuva para o suprimento em 100% as demandas para lavagem de pisos e irrigação de jardim (fins não potáveis). A indicação dos usos da água de chuva foi baseada nas atividades mais comum do campus e nos critérios de uso definidos na NBR 15.527/2007.

Todas as características físicas do campus (Tabela 1), como as frequências adotadas para lavagem de pisos e irrigação de jardim, foram obtidas na Prefeitura do campus e os consumos *per capita* são indicados por Tomaz (2003). As demandas diárias médias usadas na simulação no campus foram diferentes em alguns meses para levar em consideração os períodos secos e chuvosos. Dessa forma, os meses de janeiro a abril que são considerados como de maior ocorrência de chuvas (Nobre, 2011) não foram consideradas demandas de água para irrigação de jardim, pois foi considerado que a ocorrência de chuvas nesse período é suficiente para suprir essa demanda.

Tabela 1. Estimativa do consumo de água de chuva para fins não potável no Campus Crajubar/URCA

Descrição do consumo	Consumo (l/m²)	Área (m²)	Freqüência da demanda		Volume (m³)	
			jan-abr	mai-dez	jan-abr	mai-dez
Irrigação de Jardim	1,5	1300	0	96	0,00	187,20
Lavagem de piso:						
Área de Circulação	2	647,02	2	4	2,59	5,18
Salas	2	1201,81	2	4	4,81	9,61
Laboratórios	2	485,24	1	2	0,97	1,94
Banheiros	2	36,48	112	229	8,17	16,71
					16,54	**220,64**

Dessa forma, para o município de Juazeiro do Norte foram realizadas duas análises. Uma para o campus Crajubar/URCA, considerando as características físicas reais e as demandas atuais da edificação (Tabela 1) e outra análise considerando diferentes áreas de captação arbitradas, variando de 50 m² a 400 m², com incremento de 50 m². Foram adotadas as demandas de 240 l/dia e 320 l/dia para a segunda análise. Nas duas análises foi utilizada a série histórica de chuva diária desse município do período de 1981-2011.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Climatologia de chuva da RMC

A partir dos dados obtidos das nove estações pluviométricas nos municípios em estudo, foram gerados gráficos da precipitação média mensal para cada município da RMC (Figura 2).

Observa-se na Figura 2 que o regime de precipitação para os nove municípios são semelhantes, tendo as maiores lâminas precipitadas nos meses de janeiro a abril, com valores máximos no mês de março. Uma das estações pluviométricas que apresentou precipitação média inferior aos demais municípios foi a do Jardim. Observa-se que para essa estação a precipitação média mensal foi significativamente inferior a maioria dos outros municípios em 6 dos 12 meses. A estação pluviométrica que registrou maior precipitação média anual acumulada foi no município de Barbalha com 1.084 mm/ano, seguido do Crato, com 1.079 mm/ano e Caririaçu com 1.077 mm/ano.

Análise dos volumes das cisternas e garantias de abastecimento

A partir das características específicas de demandas e área de captação do campus Crajubar/URCA foi possível, a partir dos 31 anos de série histórica de chuva diária, obter as diferentes garantias de atendimento total da demanda para cisternas nesse campus. A Figura 3a mostra a variação das garantias de abastecimento em função dos volumes das cisternas. Observando a figura citada é possível evidenciar a influência da

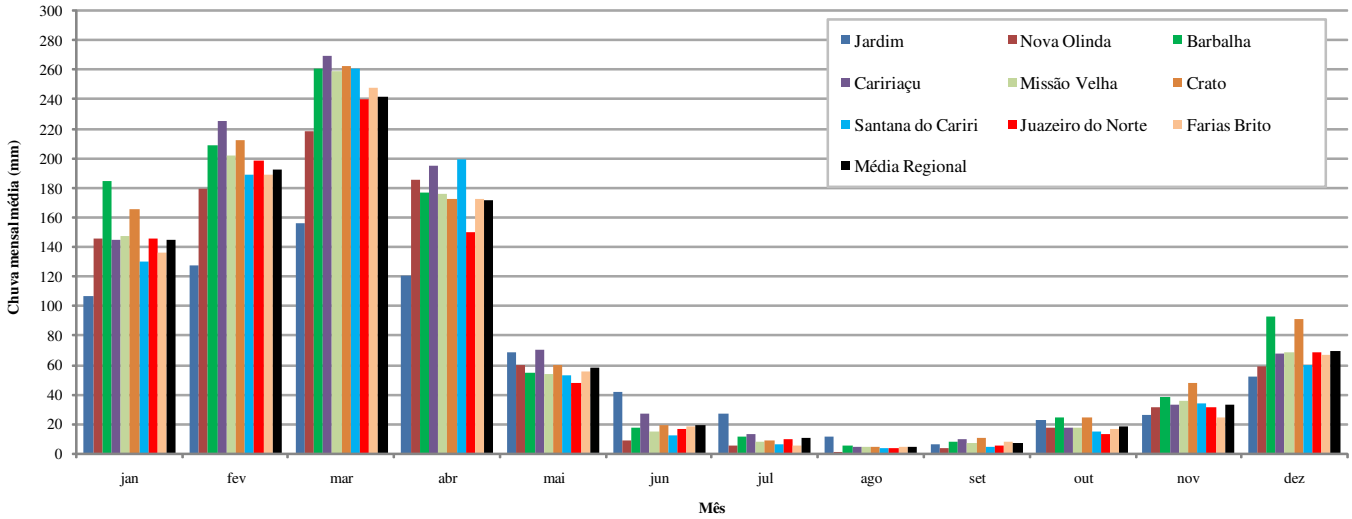


Figura 2. Climatologia da chuva média mensal para as nove estações pluviométricas localizadas em cada município da RMC no período de 1981-2011

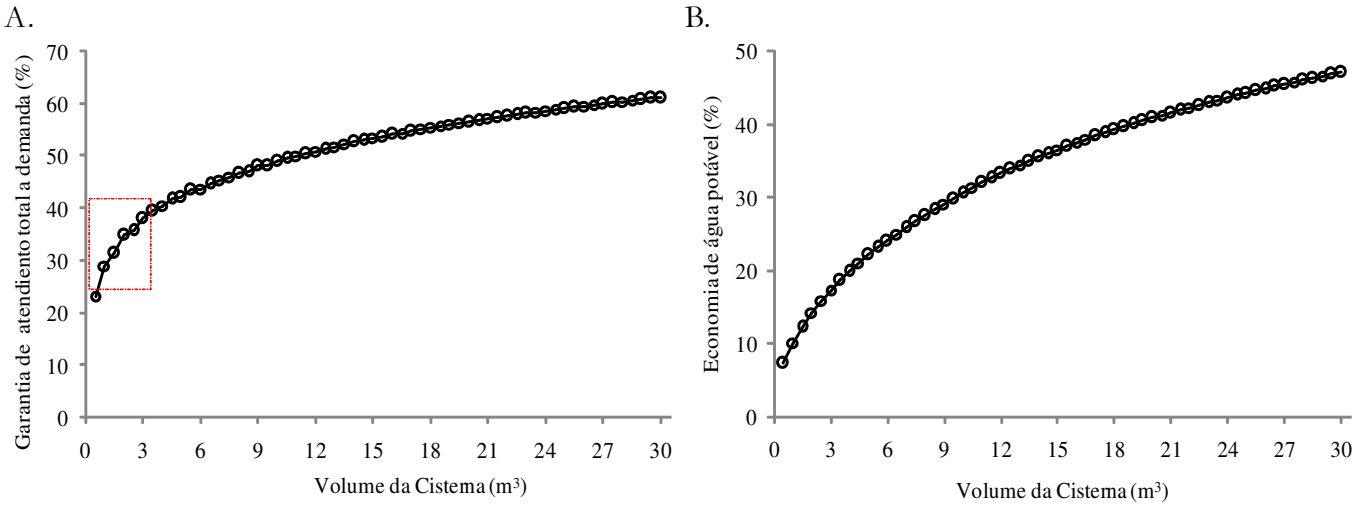


Figura 3. Variação das garantias de atendimento total a demanda de água em função do volume da cisterna para o campus Crajubar/URCA (a) e respectiva economia de água potável para as demandas com fins não potáveis do campus (b). Área de captação 2.513,5 m²

variabilidade climática da região nas garantias de abastecimento de água na cisterna. Assim, verifica-se que mesmo aumentando o volume da cisterna até 30 m³ a garantia de abastecimento total de água chega a cerca de 60%. Para obter garantias maiores o volume da cisterna tende para um valor que aparenta seria economicamente inviável do ponto de vista de execução.

A Figura 3b apresenta os percentuais de economia de água potável quando do uso da água da chuva para o suprimento das demandas de lavagem de pisos e irrigação do jardim do campus. Nessa figura é possível observar que devido à variabilidade temporal da chuva na região, mesmo para cisternas de volumes grandes, a economia de água potável fica abaixo de 50%. Isso ocorre devido aos dias em que ocorreram falhas no atendimento (total ou parcial) gerando assim à necessidade do uso de água potável para suprir as demandas.

Na Figura 4a e 4b são apresentadas as variações das garantias de atendimento total da demanda de água da chuva em função da variação dos volumes (0,5 m³ a 4 m³, incremento de 0,5 m³) e das áreas de captação (50 m² a 400 m², incrementos de 50 m²). Estas figuras mostram certa convergência nos valores das garantias

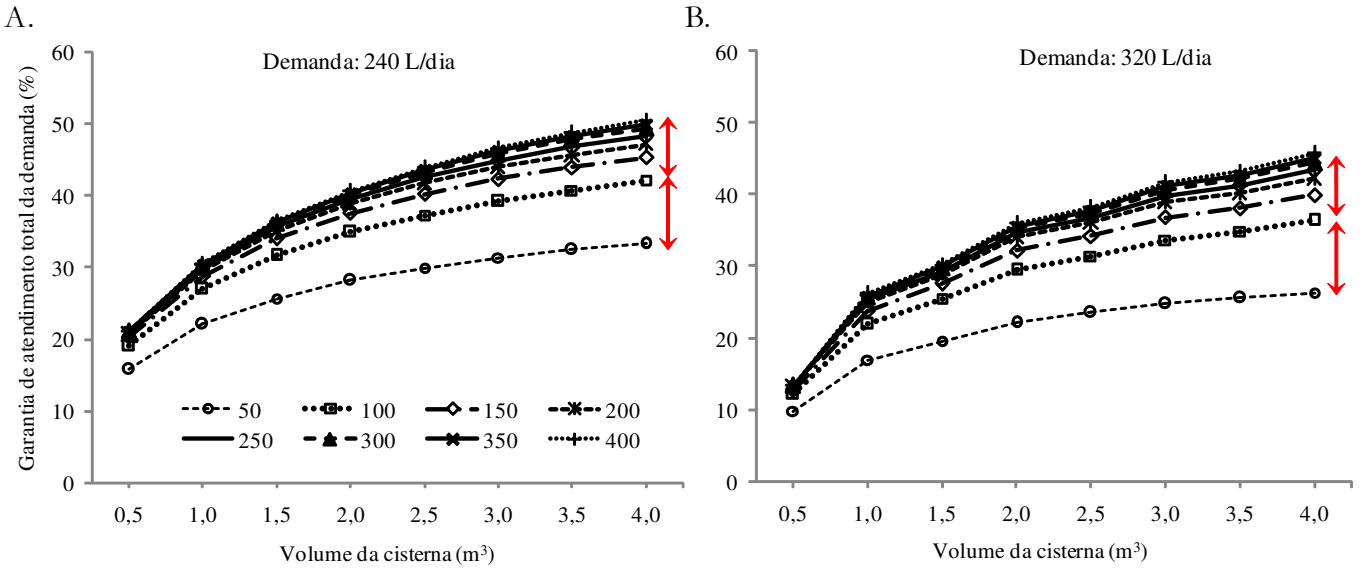


Figura 4. Variação da garantia de atendimento total as demandas de 240 l/dia (a) e 320 l/dia (b) em função do volume da cisterna para diferentes áreas de captação

(destacado nas setas verticais) quando as áreas de captação aumentam para uma mesma demanda. Destaca-se que a área de 50 m² foi a que apresentou menor concordância relativa com a convergência dos valores de garantias do conjunto.

Relacionado aos impactos que o regime de chuvas pode trazer para o abastecimento das cisternas, comparando as Figuras 3a, 4a e 4b, observa-se que devido à alta variabilidade temporal das chuvas (Figura 2), para se obter garantias de abastecimento de aproximadamente 40% são necessárias grandes áreas de captação, para um cenário de alta demanda diária (média diária anual de 646 l/dia) e reservatórios de armazenamento com capacidade de aproximadamente 4 m³ (Figura 3a). Por outro lado, os mesmos valores citados de garantia (40%) e volume da cisterna (4 m³) são igualados ou superados nos dois cenários de média demanda (240 l/dia e 320 l/dia) com áreas de captação entre 150 m² a 400 m² (Figuras 4a e 4b). Dessa forma, apesar do campus Crajubar/URCA possuir uma grande área de captação, as demandas usadas nas simulações são altas, principalmente no período seco (maio a dezembro), o que gerou redução nas garantias de abastecimento. Em adicional, o período que ocorre às maiores demandas é também o que ocorre as menores intensidades de chuvas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Há interferência do regime climático da região na segurança de abastecimento das cisternas. Assim, apesar das garantias de abastecimento sugerirem o uso de água potável para o suprimento nos dias em que a demanda for superior ao volume armazenado na cisterna, pode-se ainda economizar água potável dependendo da área de captação e do volume da cisterna.

Desta forma, o estudo sugere potencialidades no aproveitamento da água da chuva no município estudado, mas indica a necessidade de outras avaliações nesse município e nos outros pertencentes à Região do Cariri Cearense. É recomendado que trabalhos sejam realizados com a proposta de avaliar o potencial de aproveitamento de água de chuva regional, levando em conta diferentes capacidades de captação, armazenamento e consumo de água de chuva. Além disso, é necessário que aspectos qualitativos, econômicos e sociais também sejam considerados para embasamento de diretrizes públicas relacionadas ao aproveitamento de água de chuva na região estudada.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a Universidade Regional do Cariri (URCA) pelo financiamento da bolsa de Iniciação Científica do segundo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. NBR 15527/2007.

Agencia Nacional de Águas – ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2011, Brasília, DF: 112p. 2011.

Ghisi, E.; Cordova, M.M.; Rocha, V. L. Netuno 3.0. Programa computacional. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/. 2011.

Gonçalves. R. F. Uso racional de água no meio urbano: Aspectos tecnológicos, legais e econômicos. In: Salomão de Sousa Medeiros, Hans Raj Gheyi, Carlos de Oliveira Galvão, Vital Pedro da Silva Paz. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011, p.163-205.

IBGE. Área territorial oficial. Resolução da Presidência do IBGE de n° 5 (R.PR-5/02). Página visitada em 10 junho. 2012.

Maranhão, N. & Ayrimoraes, S. Os usos da água e o desenvolvimento regional. In: A questão da água no Nordeste. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. Brasília, DF: CGEE, 2012, p.123-155.

Nobre, P. As origens das águas no Nordeste. In: A questão da água no Nordeste. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. Brasília, DF: CGEE, 2012, p.31-43.

Porto, E. R.; Silva, A. de S.; Brito, L. T. DE L. Conservação e uso racional de água na agricultura dependente de chuvas. In: Salomão de Sousa Medeiros, Hans Raj Gheyi, Carlos de Oliveira Galvão, Vital Pedro da Silva Paz. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, PB. Instituto Nacional do Semiárido, 2011, p.113-161.

Tomaz, P. Aproveitamento de Água de Chuva: Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não Potáveis. Guarulhos/SP, Navegar Editora, 2003. 180p.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

FONTES E QUALIDADE FISICO-QUÍMICA DA ÁGUA PARA AVES NO CARIRI PARAIBANO[1]

Sebastião Benicio de Carvalho Júnior[2], Dermeval Araújo Furtado[3], José Dantas Neto[4] & Robi Tabolka[5]

Resumo: Um dos grandes entraves da criação de aves na região semiárida e com a qualidade da água oferecida, que na maioria das vezes a disponibilidade e reduzida fazendo com que se faça uso de água de baixa qualidade, portanto este trabalho teve como objetivo analisar as principais fontes de fornecimento e a qualidade físico-química da água nas microrregiões do Cariri paraibano. A maioria das águas analisadas teve pH entre 7,0 a 8,0, que podem ser consideradas de boa qualidade para consumo de aves. A condutividade elétrica nas águas de açudes ficou abaixo de 1,5 dS m^{-1}, portanto dentro da faixa considerada ideal para aves, já as demais amostras apresentaram valores acima, podendo ser prejudicial a criação. Quanto aos teores de minerais, observou-se que a maioria das águas tinham teores acima do recomendado, como o teor de cálcio onde apenas as amostras de açudes apresentam valores aceitáveis. Para os teores de Mg, Cariri oriental e mais critica onde apenas as água dos açudes apresentaram valores abaixo do limite máximo enquanto que no cariri ocidental apenas as águas de cacimba apresentam valores elevados.

Palavras-chave: pontos de coleta, sanidade, consumo.

INTRODUÇÃO

A avicultura consolidou-se como uma das mais importantes e eficientes atividades da agropecuária brasileira, o que levou o Brasil a transformar-se no maior exportador mundial de carne de frango. Inicialmente concentrada nas regiões Sul e Sudeste, a atividade vem se espalhando pelo território nacional, aproximando-se não só das regiões produtoras de matérias-primas – como é o caso do deslocamento de criatórios e abatedouros para a região Centro-Oeste – mas também das regiões consumidoras, o que explica em parte o seu crescimento na Região Nordeste (Evangelista et al., 2008). A avicultura nordestina não se tenha ainda lançado ao mercado externo (com raras exceções), já se constitui em importante geradora de renda e de emprego.

A água é o nutriente requerido em maior quantidade pelos animais e parte vital de qualquer sistema biológico de vida, participando de vários processos fisiológicos e como reguladora da temperatura corporal (Abioja *et al.*, 2010). A água dever ser fornecida aos animais em qualidade e na quantidade ideal, para que o animal possa produzir o máximo que sua capacidade genética permite, devendo ter pH entre 6,0 e 7,0 e teores de minerais que não afetem o seu consumo.

A determinação de sólidos dissolvidos totais (SDT) na água se dá pela quantificação de todas as impurezas nela dissolvida, com exceção dos gases. Cálcio, magnésio, sódio, cloro, bicarbonato e enxofre são os minerais que mais contribuem para o nível de SDT, pelo qual se pode primariamente determinar a qualidade química da água (Pens Jr., 2002; Macedo, 2004).

Nas regiões áridas e semi-áridas, o consumo de águas de qualidade inferior durante vários meses do ano, provocando desarranjos fisiológicos, chegando às vezes, a provocar a morte, sendo que do ponto de vista da salinidade, as águas com uma condutividade inferior a 1,5 dS m^{-1} são satisfatórias para aves, praticamente em qualquer circunstância, porém nas regiões áridas e semiáridas é necessário muitas vezes usar as águas que

[1] Projeto Financiado pela FUNASA/UFCG
[2] Zootecnista, Mestre em Eng. Agrícola, Doutorando em Eng. Agrícola. zoosbcjr@yahoo.com.br
[3] Zootecnista, professor Associado da UAEA/UFCG
[4] Engenheiro Agrônomo,Professor Associado da UAEA/UFCG
[5] Engenheiro Florestal, Técnico da EMATER-PB

excedam este limite de 5,0 dS m^{-1}, mesmo que esta possa provocar diarreias e ser rejeitada pelas aves. Sendo assim, este trabalho teve o objetivo de avaliar as principais fontes de água e sua qualidade físico-química, que são disponibilizadas para aves na região do Cariri paraibano (Ayres e Westcot.,1999).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na região do Cariri Oriental, nas cidades de Santo André, Gurjão, São João do Cariri, Cabaceiras, Caraúbas, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Riacho de Santo Antônio, Caturité, Boqueirão, Barra de Santana, Alcantil e no Cariri Ocidental, nas cidades de Taperoá, Livramento, São José dos Cordeiros, Assunção, Serra Branca, Congo, Coxixola, Monteiro, Prata, Ouro Velho, Zabelê, São Sebastião do Umbuzeiro, São João do Tigre, Camalaú, Sumé, Amparo, Parari, todas no estado da Paraíba, região semiárida nordestina, durante o período seco do ano, para obter as distorções decorrentes da alta concentração de sais na água, devido a elevada taxa de evaporação ocorrida nesse período, através da coleta de amostras de água superficial e sub-superficial em açudes (figura 1), riachos e rios, poço amazonas (figura 1) e cacimbas. Durante as coletas, foi elaborada uma ficha de campo onde constou de data, condutividade elétrica da água, obtida com um condutivímetro portátil, número de registro geral, informações do local de coleta da amostra de água, identificando data, hora, nome do proprietário, local, latitude, longitude, altitude, características particulares da fonte como dimensão (volume, área da bacia hidráulica) e profundidade nos casos de água sub-superficiais e o nome do riacho. As análise de água foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Drenagem, pertencente a UAEA/UFCG, na cidade de Campina Grande, PB.

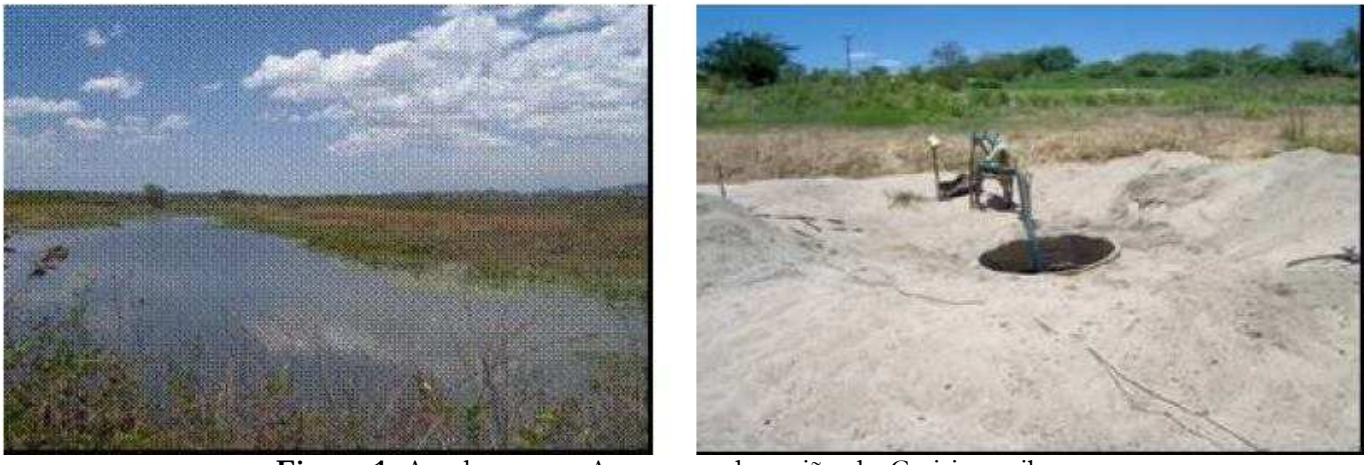


Figura 1. Açude e poço Amazonas da região do Cariri paraibano

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Cariri paraibano apresentou uma água com pH variando de 7,63 a 8,01 (Tabela 1), que segundo a classificação de Ayers e Westcot (1999), pode ser considerada de boa qualidade. O consumo de água com pH diferente de 6 a 8 pode alterar o desempenho das aves, afetando a performance de frangos, a produção e a qualidade dos ovos (Pomiano, 2002).

Quanto a condutividade elétrica (CE), observa-se que nos açudes do Cariri Ocidental e Oriental e na água corrente do Cariri Ocidental, esta pode ser classificada como excelente para o consumo de aves (< 1,5 dS m^{-1}), sendo que as demais fontes de coleta apresentaram valores entre 1,5 a 5,0 dS m^{-1}, que é considerada adequada, mas que pode apresentar excrementos aquoso nas aves. A água corrente do Cariri Ocidental apresentou pior valor, que ficou com CE de 7,024 dS m^{-1}, água não satisfatória que pode provoca frequente excrementos aquosos, aumento de mortalidade e redução de crescimento nas aves. As águas coletadas nos

poços amazonas do Cariri Oriental apresentaram uma CE bem superiores aos valores encontrados nos poço amazonas do Cariri Ocidental, mas que pode ser utilizados para as aves. Nenhuma das águas analisadas apresentou CE acima de 8,0 dS m^{-1}, o que não seria adequada sob hipótese alguma para aves domésticas.

De acordo com os níveis de minerais (Tabela 1), observa-se que os níveis de cálcio foram acima do nível médio considerado para aves que é de 60 mg/L (Pendedleton & Scheideler., 1995). Para os níveis de magnésio, a maioria das amostras coletas no Cariri Oriental apresentaram valores abaixo do nível máximo tolerável que, segundo Pendedleton & Scheideler (1995) é de 125 mg/L, exceto as amostra coletas em cacimbas que obteve o valor de 200,5 mg/L. Já para a microrregião do Cariri Ocidental apenas as amostra coletadas em açudes apresentaram valores abaixo do limite tolerável.

Tabela 1. Valores médios da analise da qualidade de por fonte de coleta na microrregião do Cariri Ocidental e Oriental (pH, condutividade elétrica (CE), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), carbonato (CO_3^-), bicarbonato (HCO_3^-) e cloreto

Fontes de água	pH	CE dS m^{-1}	Ca mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	CO_3^{--} mg/L	HCO_3^- mg/L	Cloreto mg/L
Cariri Ocidental									
Açude	7,6	370,7	21,0	41,5	53,6	11,7	9,9	120,2	102,9
Rios e Riachos	7,9	999,2	148,6	80,2	203,5	31,7	66,9	1311,5	1127,1
Poço amazonas	7,7	1847,2	158,0	116,2	870,5	39,4	99,6	1468,3	2003,3
Cacimba	7,6	3409,9	174,8	200,5	685,2	9,38	57,9	212,3	1919,9
Cariri Oriental									
Açude	7,79	435,9	21,2	23,9	56,1	9,4	8,1	83,6	116,4
Rios e Riachos	8,01	7024,4	463,0	469,3	1355,8	27,0	40,2	171,4	3756,9
Poço amazonas	8,00	4427,2	146,6	278,6	791,7	15,7	41,1	289,2	1827,8
Cacimba	7,63	3314,3	159,8	208,4	944,6	11,7	19,8	208,0	2092,0

A concentração de íons de cálcio e magnésio em solução na água, em determinados níveis, causa sabor desagradável à água (Gama et al., 2004; Fairchild & Ritz, 2006).Os níveis de sódio encontrados nas águas pesquisadas apresentaram valores acima do nível médio considerado para aves. Seu nível elevado na água pode inibir ou diminuir o seu consumo, afetando suas atividades vitais e sua produção.

Para os níveis de cloreto encontrados nas amostras, observou-se que todas as amostra apresentaram valores acima do nível médio considerado, mas apenas os açudes de ambas microrregiões apresentavam valores abaixo do nível máximo aceitável. Estudos têm mostrado que o nível de 14 mg/L na água de bebida pode ser prejudicial para frangos, se combinado com 50 mg/L de Na (Coetzee, 2005).

CONCLUSÕES

A água dos municípios do Cariri paraibano apresentara um pH entre 7,0 a 8,0, e condutividade elétrica dos açudes abaixo de 1,5dS m^{-1}, portanto dentro da faixa considerada ideal para aves.

Quanto aos teores de minerais, observou-se níveis elevado em alguns ponto, principalmente de Mg, devendo em alguns município evitar o consumo de água em fonte de qualidade desconhecida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOJA, M.O.; OSINOWO, O.A.; ADEBAMBO, O.A.; BELLO, N.J.; ABIONA, J.A. Water restriction in goats during hot-dry season in the humid tropics: feed intake and weight gain. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.226, p.195-203, 2010.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Estudos, irrigação e drenagem 29 Revisado 1. 2a Ed. Campina Grande, UFPB, 1999, 153p.

COETZEE CB. *The development of water quality guidelines for poultry production in southern Africa*. 2005. 195 f. Tese de Doutorado em Animal Science Faculty of Natural and Agricultural Sciences , University of Pretoria, Pretoria, 2005.

EVANGELISTA, F. R; NOGUEIRA FILHO, A; OLIVEIRA, A. A. P; A Avicultura Industrial de Corte no Nordeste: Aspectos Econômicos e Organizacionais. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER. Rio Branco – Acre. 2008.

FAIRCHILD BD, RITZ CW. *Poultry drinking water primer*. Bulletin 1301, The University of Georgia and Ft. Valley State University, the U.S. Department of Agriculture and counties of the state cooperating, April, 2006.

GAMA NMSQ, GUASTALLI EAL, AMARAL LA, FREITAS ER, PAULILLO AC. Parâmetros químicos e Indicadores bacteriológicos da água utilizada na dessedentação de aves nas granjas de postura comercial. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 71, n.4, p. 423-430, 2004.

MACÊDO JAB, BARRA MM. Processo de Desinfecção com derivados Clorados Orgânicos em Água para abastecimento Público. *Hidro News*, Suplemento, ano II, n.3, p.1-8, 2004.

PENDLETON, E.W, SCHEIDELER, S.E. Water quality basics for the poultry producer. Poultry Digest, Mt. Morris, v.54, n. 1, p. 10-14, 1995.

PENZ JUNIOR AM. A importância da água como nutriente na produção de frangos de corte. In: Conferência Apinco 2002 de Ciência de Tecnologia Avícolas, *Anais*... Santos: FACTA, 2002, p. 63-80.

POMIANO JD. *Manejo del agua como nutriente*. Lima:____, 2002. p. 1-31.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

PRODUÇÃODE FRUTEIRAS IRRIGADAS COM ÁGUA DE CHUVA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE

Nilton de Brito Cavalcanti[1], Luiza Teixeira de Lima Brito[2] & Janaína Oliveira Araújo[3]

Resumo: A busca pela água para o consumo no semiárido do Nordeste foi significativamente alterada pelo Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC),que tem como meta construir um milhão de cisternas para coletar água dachuva. Todavia, em função do volume das precipitações da região semiárida, pode-se utilizar parte da água armazenada nas cisternas para produção de alimentos. Com esse objetivo foi avaliada a utilização da água de chuva captada em um telhado e armazenada em uma cisterna para produção de fruteiras. O trabalho foi realizado no período de agosto de 2006 a dezembro de 2011 com a construção de uma cisterna de 16 mil litros, um telhado de 78,6 m^2 e a implantação de um pomar com 36 fruteiras. Com os resultados obtidos pode-se concluir que a água da chuva armazenada em cisternas pode contribuir significativamente para melhoria das condições de vida dos pequenos agricultores da região semiárida.

Palavras-chave: chuva, frutas, cisterna, semiárido.

INTRODUÇÃO

A água é, provavelmente, o único recurso natural que tem a ver comtodos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimentoagrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados nasociedade. É um recurso natural essencial, seja como componentebioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espéciesvegetais e animais, como elemento representativo de valores sociaise culturais e até como fator de produção de vários bens de consumofinal e intermediário (Gomes, 2012).

Neste contexto, está inserido o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC),que tem como meta construir um milhão de cisternas para coletar água dachuva com objetivo de atender as necessidades de água de beber dasfamílias. Atualmente, o P1MC contabiliza aproximadamente 494.909 milcisternas construídas, beneficiando diretamente as famílias que tem a garantia de água para consumo (MDS, 2012).

Com o surgimento do programa uma terra e duas águas (P1 + 2) novas ações vem sendo desenvolvidas na região semiárida do Nordeste. O marco referencial do P1+2 é o "Programa 1-2-1" desenvolvido na Chinaa partir dos anos 1990. Por meio do P1+2, a China alcançou a soberania alimentar,passando de uma agricultura anual de grãos para uma agricultura dehortaliças e frutas, de alto valor comercial, potencializou a criação depequenos animais - especialmente ovinos - além de assegurar água para omeio ambiente (Britoet al., 2010).

Segundo a ASA (2012), através do Programa (P1+2), mais de 12 mil famílias, ou 60 mil pessoas, estão tendo acesso à água para produção de alimentos no Semiárido. Associadas ao processo de formação, as tecnologias sociais criam melhores condições para que agricultores e agricultoras fortaleçam seus sistemas de produção, gerando segurança alimentar e nutricional.

Segundo Araújo et al. (2011), a inclusão de frutas na alimentação incrementa a qualidade nutricional das dietasfamiliares visto que elas oferecem quantidades significativas de micronutrientes. A proposta da cisterna, além de garantir variedade na produção de frutas para suprir asdeficiências nutricionais das famílias, contribui para melhoria na qualidade de vida, naprevenção de doenças e até mesmo na mudança dos hábitos alimentares dos agricultores da região semiárida do Nordeste.

O objetivo deste estudo foi caracterizar o crescimento de fruteiras irrigadas com água de chuva armazenada em cisternas.

[1] Administração de Empresas, M.Sc., Socioeconomia e Desenvolvimento Rural, Embrapa Semi-Árido - C.P. 23, CEP 56302-970 Petrolina – PE. e-mail: nbrito@cpatsa.embrapa.br
[2] Engenharia Agrícola, D.Sc., Recursos Naturais, Embrapa Semi-Árido Embrapa Semi-Árido. BR 428, km 152, C. Postal, 23. CEP-56.302-970. Petrolina, PE. e-mail: luizatlb@cpatsa.embrapa.br
[3] Nutricionista, Bolsista FACEPE/Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal 23. CEP 56302-970 Petrolina, PE, e-mail: janaina.bolsista@cpatsa.embrapa.br

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na EstaçãoExperimental de Manejo da Caatinga, Embrapa Semiárido em Petrolina-PEno período de agosto de 2006 a dezembro de 2011. Nos meses de agosto a setembro de 2006 foi construída uma área de captação com 78,6 m^2 e uma cisterna de placas com capacidade para 16 m^3 na área do experimento. As telhas utilizadas na cobertura foram de fibrocimento em função do coeficiente de escoamento para esse tipo de telhas que é de 0,90%. Na Figura 1, pode-se observar a cisterna e a área de captação.

Figura 1. Cisterna e área de captação

Para instalação do experimento foram abertas 36 covas com dimensões de 0,4 m x 0,4 m x 0,4 m, no espaçamento de 5 m x 5 m. Em cada cova, foram colocados como adubação de fundação 10 kg de esterco de caprino curtido e 250 g de NPK, na formulação 10-10-12, de acordo com análise de solo. As covas foram abertas em linhas, sendo 6 covas por linha.

Para irrigação das fruteiras foram instaladas mangueiras de polietileno com 12,7 mm com gotejadores em cada cova. As linhas de irrigação foram dispostas no sentido em que a declividade da área permitiu a aplicação da água por gravidade vindo diretamente da cisterna. A aplicação de água nas fruteiras foi realizada em função da disponibilidade deágua da cisterna,isto é, da capacidade de armazenamento e do período doano. Para facilitar o manejo da água, foi estabelecido três períodos de irrigação, sendo o primeiro período de janeiro a abril. Neste período foram aplicados 2 litros por planta três vezes por semana, sendo na segunda-feira, terça-feira e sexta-feira. Esse volume foi definido em função de que nestes meses são registrados os maiores volumes de precipitação. O segundo período de maio a agosto com a aplicação de 3 litros por planta. Neste período a estação chuvosa esta encerrando na região. Finalmente o terceiro período de setembro a dezembro com 5 litros por planta três vezes na semana. Esse aumento no volume aplicado visa suprir as necessidades das plantas no período de seca que ocorre na região. Quando da ocorrência de chuvas significativas em qualquer período, à irrigação era suspensa. As fruteiras utilizadas no experimento foram as seguintes: manga, acerola, limão, caju, pinha e mamão. Foram plantadas 6 mudas por linha, totalizando 36 plantas. As mudas de manga, limão, caju, e acerola eram enxertadas com idade aproximada de 120 dias. As mudas de pinha e mamão eram provenientes de sementes.

Por ocasião da ocorrência de chuvas, sendo 8,2 mm no dia 17 de novembro e 22,4 mm no dia 22 de novembro foi realizado o plantio das fruteiras no dia 23 de novembro de 2006. Essas precipitações possibilitaram o acúmulo de 2.164 litros de água na cisterna que foi suficiente para irrigação das plantas até o início das chuvas em 2007.

Na Tabela 1, pode-se observar os parâmetros de crescimento das mudas das fruteiras no dia do plantio.

Tabela 1. Altura da planta (AP), diâmetro do caule ao nível do solo (DC), circunferência do caule ao nível do solo (CC), altura da copa (AC), maior diâmetro da copa (MDC), menor diâmetro da copa (NDC) das mudas de fruteiras no dia do plantio

Espécies	AP (cm)	DC (cm)	AC (cm)	MDC (cm)	NDC (cm)
Manga	47,35	1,01	11,32	24,89	14,71
Mamão	35,33	0,93	8,25	24,16	12,49
Caju	28,52	0,81	7,53	20,39	9,22
Acerola	18,39	0,73	13,29	15,81	8,17
Limão	27,41	0,51	11,16	15,63	8,29
Pinha	44,81	0,62	18,72	22,44	16,39

As variáveis avaliadas foram às seguintes: a) altura da planta; b) diâmetro do caule ao nível do solo; c) quantidade de água aplicada; d) precipitação; e) quantidade de frutos produzidos; f) peso dos frutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, pode-se observar as ocorrências de precipitação na área do experimento durante o período de avaliação. Observa-se que os maiores volumes de precipitações são registrados nos meses de fevereiro e março. No período de avaliação a média de fevereiro foi de 142,6 mm. Para março e abril a média foi de 93,3 e 99,1 mm, respectivamente. No total, a média nos seis anos de avaliação foi de 531,3 mm.

Tabela 2. Ocorrências de precipitações pluviométricas (mm) nos anos de 2006 a 2011, no Campo Experimental da Caatinga na Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

Anos	Meses/precipitação												Total
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
2006	0,0	101,7	94,1	125,3	8,6	27,8	4,0	0,0	5,6	3,5	36,9	3,3	410,8
2007	15,5	245,0	11,0	10,8	15,9	0,5	11,2	1,8	2,4	0,0	16,9	47,0	378,0
2008	29,6	125,3	143,4	121,0	3,8	3,4	1,9	0,5	0,5	0,5	0,0	87,5	517,4
2009	35,4	208,6	115,8	102,8	80,0	22,7	1,7	3,5	0,0	112,4	0,0	71,6	754,5
2010	26,2	39,2	119,3	60,1	13,0	24,5	22,5	0,4	9,6	40,4	0,0	57,9	413,1
2011	66,2	87,2	77,5	153,4	74,7	2,8	0,7	20,8	0,0	12,5	56,7	37,5	590,0
Média	38,0	142,6	93,3	99,1	27,3	13,1	6,7	3,9	3,0	29,8	18,4	56,1	531,3

Na Tabela 3, pode-se observar que no ano de 2007 foram aplicados 14.688 litros nas irrigações, sendo 2.304 litros nos meses de janeiro a abril. No mês de fevereiro em função das precipitações só foi realizada uma irrigação. Nos meses de maio a agosto foram aplicados 4.644 litros. De setembro a dezembro foram aplicados 7.740 litros. Como neste ano choveu um total de 378,0 mm na área do experimento foi possível captar 26.739 litros. Todavia, em função da capacidade da cisterna, só foram armazenados 16.000 litros. Assim, houve uma sobra de 1.312 litros de água na cisterna (Tabela 3).

Tabela 3. Volume de água aplicada nas irrigações realizadas no período de 2007 a 2011

Dia/Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
	(Litros/mês)												
2007	864	720	576	792	1.080	1.404	1.188	972	2.160	2.520	1.980	1.080	14.688
2008	720	0	0	0	648	1.404	1.404	1.404	2.340	2.520	2.160	900	13.500
2009	720	0	360	0	0	972	1.512	1.296	2.340	1.260	2.340	1.260	12.060
2010	720	576	432	432	1.188	1.080	1.080	1.404	2.340	1.440	1.980	1.260	13.932
2011	648	576	576	0	108	1.188	1.404	1.296	2.340	2.340	1.440	1.440	13.356
Média	734,4	244,8	388,8	244,8	604,8	1.209,6	1.317,6	1.274,4	2.304	2.016	1.980	1.188	13.507,2

No ano de 2008 foram aplicados 13.500 litros nas irrigações. No quadrimestre de janeiro a abril foram aplicados somente 720 litros. Isso se deu em função das chuvas que ocorreram nestes meses que foram de 419,3 mm. No segundo e terceiro quadrimestres foram aplicados 4.860 e 7.920 litros, respectivamente. Neste ano com as chuvas de 517,4 mm foram captados 36.600 litros de água no telhado (Tabela 3).

No ano de 2009 foram aplicados 12.060 litros nas irrigações. No quadrimestre de janeiro a abril foram aplicados 1.080 litros, sendo que nos meses de fevereiro e abril não houve irrigação. No segundo quadrimestre foram aplicados 3.780. No mês de maio não houve irrigação em função do volume de chuvas caídas na área do experimento. Nos meses de setembro a dezembro foram aplicados 7.200 litros. Neste ano choveu um total 754,5 mm que contribuíram para captação de 53.373 litros de água no telhado (Tabela 3).

No ano de 2010 foram aplicados 13.932 litros nas irrigações das fruteiras. De janeiro a abril foram aplicados 2.160 litros. No segundo quadrimestre foram aplicados 4.752. Nos meses de setembro a dezembro foram aplicados 7.020 litros. Neste ano choveu um total 413,1 mm na área do experimento que contribuíram para captação de 29.222 litros de água no telhado (Tabela 3).

No ano de 2011 foram aplicados 13.356 litros nas irrigações. De janeiro a abril foram aplicados 1.800 litros. Nos meses de maio a agosto foram aplicados 4.968. Nos meses de setembro a dezembro foram aplicados 7.560 litros. Neste ano choveu um total 590 mm na área do experimento que contribuíram para captação de 41.736 litros de água no telhado (Tabela 3).

Na Tabela 4, pode-se observar que no período de avaliação as plantas apresentaram bom desenvolvimento, considerando os valores de 2006 que correspondem às dimensões das plantas no dia do plantio. A maior altura foi obtida pelas mudas de caju com média de 2,51 m. O diâmetro médio das plantas de caju ao nível do solo foi de 6,89 cm com circunferência média de 20,11 cm. As plantas de caju apresentaram uma altura da copa com média de 1,70 m e maior diâmetro da copa com média de 2,50 m. Essa mesma tendência ocorreu para as demais fruteiras no primeiro ano de crescimento.

Tabela 4. Altura da planta (A), diâmetro do caule ao nível do solo (DC) das fruteiras do pomar no primeiro ano de crescimento

Espécies	Altura das plantas/Anos					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	A (m)	A (m)	A (m)	A (m)	A (m)	A (m)
Manga	0,47	1,07	1,32	1,64	1,82	2,15
Mamão	0,35	1,21	1,49	1,87	2,08	2,79
Caju	0,28	1,05	1,28	1,56	1,78	2,28
Acerola	0,18	1,13	1,47	1,88	2,03	2,45
Limão	0,27	0,83	0,96	1,12	1,45	1,72
Pinha	0,44	0,67	0,88	1,09	1,39	1,85
Espécies	**Diâmetro do caule ao nível do solo/Anos**					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	D (cm)	D (cm)	D (cm)	D (cm)	D (cm)	D (cm)
Manga	0,98	6,13	10,03	11,23	12,56	13,87
Mamão	0,93	12,65	12,34	13,45	15,23	16,81
Caju	0,81	6,89	7,78	8,87	10,08	11,45
Acerola	0,73	4,30	8,25	9,46	11,03	12,66
Limão	0,51	3,15	6,89	8,79	10,67	12,47
Pinha	0,62	5,48	6,64	8,12	9,22	10,46

Na Figura 2, pode-se observar os aspectos do crescimento das plantas. Da esquerda para direita temo a acerola, a manga, o mamão, o limão, o caju e a pinha em diferentes períodos de avaliação.

Na Tabela 5, pode-se observar os valores das produções obtidas em cada fruteira no período de avaliação. Os primeiros frutos colhidos foram de acerola no mês de março de 2007. Essa espécie também foi a mais produtiva durante os anos avaliados com um total de 154.725 frutos que pesaram 1.029,35 kg (Tabela 5).

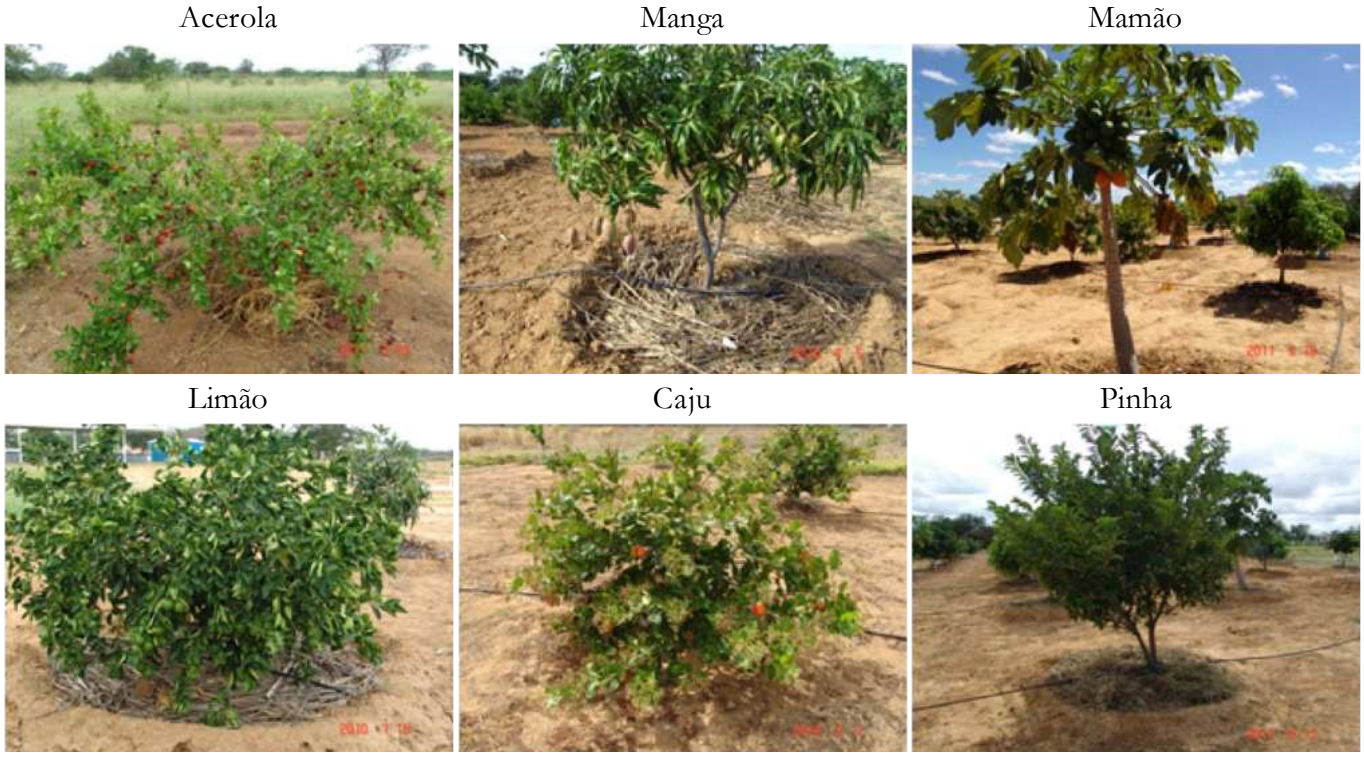


Figura 2. Aspectos do crescimento das plantas

Tabela 5. Quantidade de frutos (F) e peso total dos frutos (P) das fruteiras no período de avaliação

Espécies	Produção de frutos/Anos											
	2007		2008		2009		2010		2011		Total	
	Frutos	(kg)	Frutos	(kg)	Frutos	(kg)	Frutos	(kg)	Frutos	(kg)	Frutos	(kg)
Acerola	2.422	17,21	18.855	105,9	32.123	189,21	50.716	357,84	50.609	359,17	154.725	1.029,35
Manga	2	0,32	25	7,37	34	9,23	70	16,42	402	131,85	533	165,19
Limão	26	3,23	136	9,67	345	23,53	899	58,61	2.523	176,34	3.929	271,38
Mamão	28	8,58	135	29,51	142	33,78	168	87,92	262	146,63	735	306,42
Caju	16	1,74	34	4,12	75	9,04	96	11,85	149	131,95	370	158,70
Pinha	8	1,26	29	5,06	76	12,09	248	38,59	417	66,75	778	123,75

CONCLUSÕES

A água da chuva armazenada em cisternas pode contribuir significativamente para melhoria das condições de vida dos pequenos agricultores da região semiárida do Nordeste com a produção de frutas. As plantas apresentam um crescimento linear para todos os parâmetros avaliados. Em anos de muita chuva há uma redução significativa na aplicação de água. Em função do tamanho do telhado, a cisterna de 16 mil litros não é suficiente para armazenar a água das chuvas na região semiárida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, J. O.; Brito, L. T. L.; Cavalcanti, N. B. Água de chuva armazenada em cisterna pode incrementar qualidade nutricional da dieta das famílias. Cadernos de Agroecologia, Cruz Alta, v. 6, n. 2, p. 1-6, dez. 2011. p. 1-5. Edição dos Resumos do 7 Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza, dez. 2011.

Articulaçãono semiárido - ASA. Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2). Disponível em: <http:// http:/ /www.asabrasil.org.br>. Acesso em: 10 jun. 2012.

Brito, L. T. L.; Cavalcanti, N. B.; Pereira, L. A.; Gnadlinger, J.; Silva, A. S. S. Água de chuva armazenada em cisterna para produção de frutas e hortaliças / Luiza Teixeira de Lima Brito [et al...]. — Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 30 p.: il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 230).

Gomes, M. A. F. Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br> Acesso em: 10 de jun. 2012.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE A FOME – MDS. Cisternas. Disponível em: http://www.mds.gov.br/cisternas. Acesso em: 10 de jun. 2012.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS EM CALÇADÃO DE CONCRETO PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E ALTERNATIVA DE SOLUÇÃO[1]

Paulo Roberto Lopes Lima[2] & Silvaney Santiago Souza[3]

Resumo: As cisternas para armazenamento de água da chuva tem sido uma das principais tecnologias sociais utilizadas no semiárido para manutenção do homem no campo, visto que em períodos de seca, e mesmo nos períodos de chuva, é a única fonte de abastecimento de água potável em muitas regiões. A cisterna calçadão disponibiliza água para produção de alimentos e criação animal e complementa a sobrevivência no semiárido ao prover uma alternativa de desenvolvimento econômico No entanto, devido à pouca experiência dos construtores com esse tipo de tecnologia, que seja uma extensa placa de concreto simples apoiada diretamente sobre o solo, muitos dos calçadões construídos tem apresentado problemas de fissuração que limitam a capacidade de captação de água. Neste trabalho, objetivou-se identificar e diagnosticar as principais patologias existentes em calçadões de concreto construídos em três municípios do semiárido baiano e pernambucano. A formação de fissuras devido a variação térmica foi a principal patologia encontrada, sendo identificados também problemas de retração por secagem e afundamentos no piso. A forma de produção do calçadão, a deficiência de dosagem dos materiais e a inexperiência dos pedreiros com esse tipo de elemento construtivo estão entre as principais causas associadas às patologias. A proposição de uma solução alternativa de construção é apresentada com vistas a melhoria da qualidade deste sistema de captação de água da chuva.

Palavras-chave: chuva, captação in situ, concreto, durabilidade.

INTRODUÇÃO

Uma das soluções que têm conseguido maior impacto no acesso à água potável na região semiárida tem sido a implantação de pequenos sistemas para captação e armazenamento de água da chuva, como a construção de cisternas de placas e as cisternas calçadão. O acesso a essas tecnologias sociais tem permitido não apenas a mitigação da sede, e consequentemente a sobrevivência da população, como tem tornado as propriedades rurais sustentáveis, com ampliação da produção e da renda. A cisterna-calçadão é uma tecnologia que acumula 52 mil litros de água. A captação é feita através de um calçadão de cimento com tamanho suficiente para encher a cisterna no período de pouca chuva (330 mm). A água armazenada pode ser usada em sistemas de produção no entorno da casa, como quintais produtivos, cultivo de hortaliças e frutas, plantas medicinais e criação de pequenos animais. A cisterna-calçadão é uma Tecnologia Social de uso familiar que tem sido utilizada em todos os estados do semiárido.

Apesar da sua importância social e econômica, o surgimento de defeitos nas cisternas tem dificultado o seu uso pelos agricultores e, mais importante, tem sido fator condicionante para liberação de recursos federais, colocando em risco, inclusive, a continuidade do Programa Um Milhão de Cisternas e o Programa Uma Terra e Duas Águas na forma como são concebidos hoje.

Já em 2006, o Tribunal de Contas da União (TCU, 2006), verifica que, em observação direta realizada em 74 cisternas visitadas, 28 cisterna apresentam fissuras ou rachaduras. Já as respostas às entrevistas realizadas apontaram a existência de rachaduras em 26,2% das cisternas e de vazamentos em 13,1% destas. Em 2009, a partir da análise dos resultados parciais das fiscalizações da ação governamental, a Controladoria Geral da União (CGU, 2009) identifica que 17% das cisternas apresentam fissuras e/ou vazamentos e aproximadamente

[1] Projeto Financiado pelo CNPq (Processo no. 310807/2010-7)
[2] Professor Titular. Programa de os-graduação em Engenharia Civil e Ambiental/Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana-BA. 44030-900. Fone: (075) 3161-8310, e-mail: lima.prl@pq.cnpq.br
[3] Supervisor. Pesquisador da APAEB Serrinha

8% necessitam de reparos imediatos. Com base nessas conclusões, recomendou-se à SESAN que elabore planos de fiscalização, de modo a evitar/suprimir a ocorrência de registros de cisternas com defeitos ou fissuras, com o intuito de não prejudicar a sua utilização. Em 2010, o TCU (2010) identifica que aproximadamente 32% das cisternas apresentam ou já apresentaram vazamento. Uma das causas apontadas é rudimentar projeto técnico utilizado. As instruções de construção são muito pouco detalhadas, não são estabelecidos critérios mínimos de qualidade e não há informações sobre as quantidades dos materiais. O monitoramento da construção de cisternas de placas realizado por Lima et al (2012) identificou que, além da má proporção entre os materiais, a utilização de técnicas rudimentares para produção de placas de argamassa, nos processos de moldagem e cura, é uma das principais causas para a maior fragilidade e permeabilidade das cisternas.

Com relação à cisternas calçadão, verifica-se ainda poucos estudos ou levantamentos sobre a qualidade das implementações, não apenas por ser uma solução recente mas também pelo menor numero de cisternas construídas, relativas à cisterna para consumo humano, de 16000 litros. O objetivo deste trabalho é avaliar os problemas existentes no calçadão utilizado para captação de água da chuva utilizado em cisternas de 52000 litros. Após realização de visitas a cisternas construídas e em construção as patologias identificadas foram associadas a problemas no processo construtivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas, a convite da Articulação do Semiárido (ASA), visitas a 13 cisternas, construídas ou em fase de construção, nos municípios de Retirolândia e Riachão do Jacuípe, na Bahia, e de Surubim, em Pernambuco. Foi realizado registro fotográfico e conversa com os pedreiros responsáveis pela construção.

Em 2010 foi realizada uma Oficina pela Articulação do Semiárido, onde foram discutidos os principais problemas das cisternas-calçadão. Como resultado do Encontro uma nova forma de construção da cisterna foi proposta.

Em 2011, o calçadão de cisterna com placas de concreto é implementado na Região de Feira de Santana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Construção da Cisterna-calçadão

Tipicamente, os sistemas de aproveitamento de água da chuva consistem de três elementos básicos: sistema de captação, sistema de transporte e sistema de armazenamento. O sistema de coleta pode variar desde pequenos sistemas internos à casa à grandes sistemas onde uma extensa área de captação contribui para um reservatório de captação onde a água é transportada por gravidade, como mostra a Figura 1a (UNEP, 2012). Nas cisternas-calçadão construídas no semiárido brasileiro, diferentemente do sistema já utilizado com coleta pelo telhado da edificação, o sistema de captação é formado por um calçadão de argamassa ou concreto simples, de cerca de 210 m^2, construído dentro de uma parede de alvenaria de blocos e tendo uma inclinação para escoamento da água da chuva. A água captada escoa por gravidade até uma cisterna de 52000 litros, construídas com placas de argamassa e instalada enterrada em uma das suas extremidades, como mostra a Figura 1b.

A utilização deste tipo de cobertura, em piso de concreto, apresenta grande potencial de captação de água, sendo, mas eficiente que a cobertura em rocha natural ou solo batido e compatível com cobertura metálica (Naggar, 2006; Mendez et al, 2011). Seu uso é recomendado pelo "Projeto 121", desenvolvido na Provincia chinesa de Gansu para convivência com o semiárido, e já resultou em aceleração do progresso econômico daquela região (Zhu et al, 2004).

A construção de cisternas no Brasil é feita por pedreiros locais, sendo o treinamento usualmente feito por pedreiros mais experientes seguindo orientações práticas ou de manuais existentes. Para a construção do

A. B.

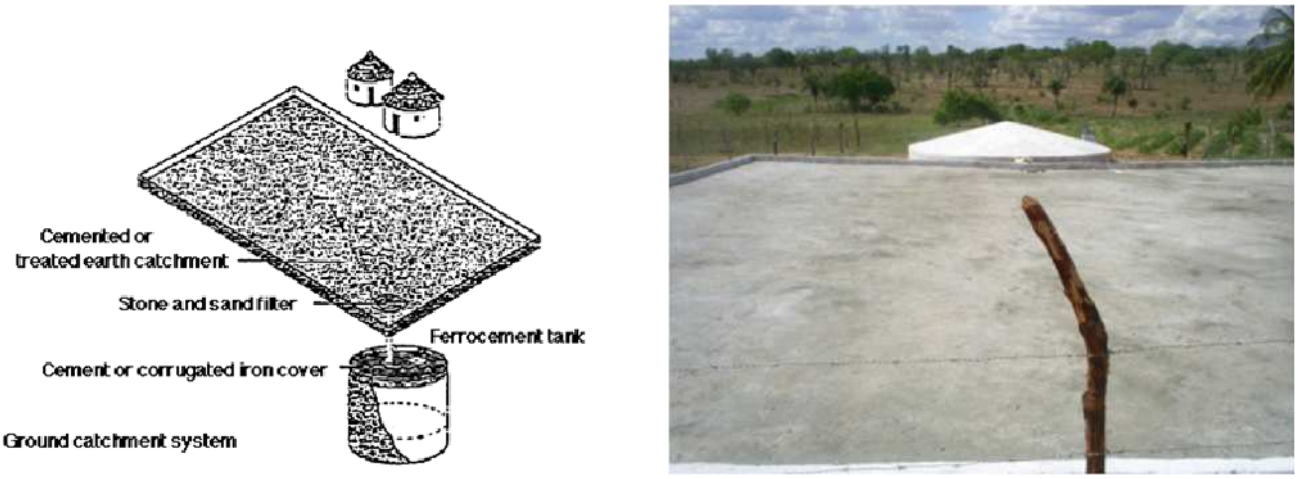


Figura 1. (A) Desenho esquemático de área de captação de água da chuva sobre o solo (UNEP, 1983). (B) Calçada de concreto para captação de água da chuva, com cisterna ao fundo

calçadão não há indicações técnicas disponíveis, sendo o manual da Diaconia (Diaconia, 2008) um dos poucos existentes. Nesse manual, o material para a construção do piso consta de 26 sacos de cimento e 234 latas de areia lavada, sendo o traço indicado de 9 latas de areia para 1 saco de cimento. É indicado que o cimento do piso deve ser puxado no mesmo dia e que o mesmo deve ser molhado por 30 dias. Verifica-se que o material para o piso é uma argamassa e que não há nenhuma indicação sobre juntas de dilatação, como pode ser observado na Figura 2a. Os calçadões construídos na Bahia são confeccionados em concreto simples, sendo o piso separado em quadrados por juntas de dilatação plásticas (Figura 2b).

A. B.

Figura 2. (A) Calçadão de argamassa (Diaconia, 2008). (B) Calçadão em concreto com juntas de dilatação

Identificação e diagnóstico das patologias encontradas

Durante a vistoria foram identificadas patologias no calçadão de concreto e na alvenaria que o contorna. A principal patologia na alvenaria que circunda o calçadão é uma fissura vertical que pode ser gerada por dois mecanismos básicos: i) recalque da base da alvenaria (Figura 3a); ii) recalque do calçadão (Figura 3b).

É importante ressaltar que a alvenaria é construída diretamente sobre o solo, sem nenhum tipo de fundação, como mostra a Figura 4a, e, apesar do grande comprimento, cerca de 20 m, não há amarração transversal (Figura 4b). Com isso, mesmo pequenas deformações geram fissuras na alvenaria.

A. B.

Figura 3. (A) Fissura em alvenaria do calçadão. (B) Fissura em alvenaria e calçadão por recalque

A. B.

Figura 4. (A) Base da alvenaria. (B) Alvenaria pronta para receber o aterro

As fissuras do calçadão devido ao recalque diferencial estão diretamente associadas à má compactação do solo sob o mesmo, e quase sempre aparecem quando há a necessidade de colocação de aterro para manter a planicidade do terreno. Apesar da indicação de que a base do calçadão tem que ser bem compactada, muitas vezes o aterro não tem espessura uniforme, sendo maior em pontos localizados do terreno, o que gera deformações diferentes entre o ponto que tem aterro e o outro que tem solo natural. Deve-se evitar aterros, buscando terrenos com pequena inclinação natural.

As principais formas de patologia do calçadão, no entanto, são a fissuração por retração e a fissuração por dilatação térmica. As fissuras por retração surgem pela redução do concreto devido à perda de água. As fissuras por retração plástica são pouco profundas (superficiais), de pequena abertura (inferior a 0,5mm) e de comprimento limitado. Foram identificadas (Figura 5) em poucos calçadões. É causada pela rápida evaporação da água na superfície do concreto e pode ser evitada ou minimizada se cobrir o concreto com esteiras encharcadas com água, logo após a concretagem. Deve-se evitar concretar com vento forte e sob sol forte, próximo ao meio dia.

Figura 5. Fissura de retração plástica

A retração por secagem do concreto ocorre da mesma maneira que a retração plástica, porém como concreto em estado endurecido. Ao longo do tempo o concreto continua a perder água para o ambiente. Inicialmente, a água perdida não está presa à estrutura dos produtos hidratados por ligações físico-químicas fortes e, portanto, sua retirada do concreto não causa retração significativa. No entanto, quando a maior parte desta água livre é perdida, prosseguindo a secagem, observa-se que uma perda adicional de água passa a resultar em retração considerável, que por sua vez causa fissuras (Figura 6a) e o empenamento das bordas. É o mesmo tipo de fissura comum na cobertura da cisterna de placas (Figura 6b).

A. B.

Figura 6. (A) Fissura no canto do calçadão devida a retração por secagem. (B) Fissura na tampa da cisterna de placa

O surgimento deste tipo de fissura está associado a dois fatores básicos de produção: geometria do calçadão e traço do concreto. As dimensões das placas (distâncias entre juntas) cada dia maiores e a execução de placas cada vez mais finas tornam os pisos e pavimentos extremamente suscetíveis aos efeitos da retração do concreto (ANAPRE, 2009). De fato, apesar da orientação aos pedreiros sugerir que a espessura do piso deveria ter 4 cm, verificou-se in loco a existência de calçadões com menor de 1 cm, como mostra a Figura 7. Com relação ao traço do concreto, verificou-se o mesmo problema já identificado na produção das placas da cisterna (LIMA et al., 2012) com ausência do controle de água na mistura. Isso resultou na produção de concretos com grande exsudação e fluidez, resultante da adição exagerada de água, que conduz a uma baixa resistência e alta permeabilidade do concreto.

Figura 7. Espessura do calçadão de concreto

A dilatação do concreto, devida ao aumento de temperatura, opõe-se, às vezes, a contração, devida à perda de umidade e assim se produzem grandes tensões internas. Os calçadões, devido às suas grandes dimensões e por estarem sujeitos a variações de temperaturas necessitam de juntas de controle para absorverem os seus movimentos de dilatação e contração. Essas juntas, no entanto, constituem um ponto critico na fabricação do calçadão, principalmente por não serem corretamente projetadas, pela falta de conhecimentos específicos de desempenho dos materiais em vedação das juntas e pela falta de habilidade dos pedreiros em trabalhar com as mesmas.

Espaçadas corretamente reduzem a possibilidade de fissuras ao acaso, no entanto, observou-se que a colocação das juntas apresentavam os seguintes problemas:

- falta de continuidade: verifica-se na Figura 8a que a junta acaba no meio do piso e a fissura continua a partir dela;
- cobertura das juntas: apesar de existir, a junta é coberta pela camada de concreto que deveria dividir, não tendo então a função esperada (Figura 8b) ;
- inexistência de juntas (Figura 9a);
- juntas desencontradas: não havia um rigor no espaçamento das juntas e, em um mesmo calçadão, a distância entre elas era diferente. Com isso, muitas vezes as juntas não se encontravam, como mostra a Figura 9b.

Alternativa de calçadão

Durante a Oficina sobre Qualidade das Implementações, realizada pela ASA em Surubim, em 2010, foram discutidos os vários problemas relativos à construção das cisterna-calçadão. A partir da experiência de uma

A. B.

Figura 8. (A) Falta de continuidade da junta de dilatação. (B) Cobertura da junta de dilatação

A. B.

Figura 9. (A) Ausência da junta de dilatação. (B) Desencontro da junta de dilatação

das Unidades Gestoras Territoriais (UGTs) que trabalhou com calçadão de pedra, devido a grande disponibilidade na sua região, foi discutida a possibilidade deste tipo de construção, com placas de concreto.

Em 2011, alguns calçadões de placas de concreto foram construídos na Bahia, como o mostrado na Figura 10.

Após algumas semanas de construído não se verificou no calçadão de placa nenhuma fissura similar às encontradas no calçadão único. Algumas vantagens deste tipo de implementação vem justamente suprir as dificuldades encontradas anteriormente. A produção das placas é feita em forma de madeira com espessura de 4 cm. Com isso, não há risco da espessura do calçadão ser reduzido. Além disso, a distribuição em placas gera, naturalmente, juntas de controle que absorvem as deformações oriundas da secagem do concreto ou da variação

térmica. O rejunte das placas é feito em argamassa com propriedades diferentes daquelas do concreto. Além disso, a distância entre juntas é menor, tem tamanho fixo e continuidade.

Figura 10. Calçadão de placa de concreto

O monitoramento do calçadão de concreto tem demonstrado que alguns problemas de produção ainda persistem e deverão ser apresentados em um trabalho posterior.

CONCLUSÕES

O monitormento das cisternas-calçadão construídas para captação e armazenamento de água da chuva no semiarido brasileiro demonstrou a existência de várias patologias no concreto do calçadão, identificadas pela formação de fissuras ao longo do mesmo.

As principais causas foram associadas à falhas construtivas, como má colocação das juntas de controle, má compactação do aterro sob o calçadão e fabricação de pisos com espessura reduzida.

Como alternativa de solução, verifica-se que a construção do calçadão sob a forma de placas de concreto, rejuntadas com argamassa, facilita o controle da espessura do piso e a confeccção das juntas de controle, sendo uma proposta viável, de custo similar e de fácil execução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Nacional de Pisos em Concreto de Alto Desempenho (ANAPRE). A retração do Concreto. Boletim 16. 2009.

Controladoria Geral da União (CGU). Relatório de Auditoria Anual de Contas No 243946, 2009.

Diaconia. Cisterna Calçadão 52.000 litros: Série Compartilhando Experiências / texto: Mário Farias, Joseilton Evangelista, Adriana Connolly - coordenação do projeto: Joseilton Evangelista,Mário Farias e Leonardo Freitas. — Recife: Diaconia, 2008. 49p.

Lima, P.R.L.; Leite, M.B.; Souza, S.S.; Lima, J.M.F. Avaliação e aprimoramento de cisternas de placas usadas no semiárido para armazenamento de água da chuva. In: Semiárido: Edital temático de apoio a pesquisas voltadas à resolução de problemas do semiárido baiano -2007. Salvador, BA: FAPESB, 2012. P-39-46.

Mendez et al. The effect of roofing material on the quality of harvested Rainwater. Water research. 45 (2001). P.2049-2059

Naggar, O.M. Rural rainwater harvesting: concepts, techniques and social & economics impacts. 2006. 6p. Disponivel em: http://ipac.kacst.edu.sa/edoc/2006/157176_1.pdf. Acesso em 15 de junho de 2012.

Tribunal de Contas da União (TCU). Avaliação da Ação Construção de Cisternas para Armazenamento de Água/Tribunal de Contas da União ; Relator Ministro Guilherme Palmeira. – Brasília : TCU, Secretaria de Fiscalização e Avaliação de Programas de Governo, 2006. 44 p.

Tribunal de Contas da União (TCU). Relatório de auditoria operacional na ação de construção de cisternas para armazenamento de água – 2º monitoramento: TC nº 027.314/2009-5. 2010. 54p.

United Nations Environment Programme (UNEP). Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augumentation in Some Countries in Asia. Disponivel em http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/techpublications/TechPub-8e/rainwater1.asp. Acesso: 16 de junho de 2012.

Zhu, K., Zhang, L., Hart, W. Liu, M., Chen, H. Quality issues in harvested rainwater in arid and semi-arid Loess Plateau of northern China. Journal of Arid Environments 57 (2004) p.487-505

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

FORMULAÇÃO DE UMA METODOLOGIA PARA AVALIAR O PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS RURAIS

Maria José dos Santos[1], Lincoln Elói de Araújo,
Ariosto Gravatar Santos & Bernardo Barbosa Silva

Resumo: O Programa Um Milhão de Cisternas Rurais é uma ação tecnologia utilizada para minimizar os efeitos da irregularidade de oferta da água no Semiárido brasileiro. Estudar e avaliar políticas de desenvolvimento sejam governamentais ou não governamentais exige discorrer-se sob uma ótica sistêmica que permita apreender as interações em suas diversas dimensões. Este trabalho constitui parte do esforço de contribuir para a melhoria da gestão e execução do P1MC, com o objetivo mais amplo de melhorar seu desempenho na perspectiva da institucionalização da função avaliação e monitoramento como parte de seu gerenciamento. Os resultados revelaram ser factível a elaboração de um sistema de avaliação do Programa por meio de indicadores de sustentabilidade para a verificação multidimensional exigida em diferentes escalas, em particular no âmbito local.

Palavras-chave: água de chuva, Semiárido, modelo de avaliação do P1MC.

INTRODUÇÃO

Análises e teorias sobre a convivência com o Semiárido têm relacionado diretamente a qualidade de vida da população à ocorrência das secas e ao abastecimento de água. Em termos climatológicos, a seca é um fenômeno frequente e característico da região semiárida do Nordeste brasileiro, com intensidade e efeitos variáveis no espaço e no tempo. A situação geográfica do território denominado Semiárido sergipano é favorável à ocorrência de episódios de seca não se constituindo, então, propriamente uma surpresa, devendo antes ser encarado como um componente climático de determinada frequência no sentido do que já ocorreu no passado e ocorrerá no futuro.

Diante da inconteste essencialidade da água para a sustentabilidade dos ecossistemas terrestres devem ser elaboradas soluções adequadas à irregularidade da oferta de água no Semiárido brasileiro. Dentre as quais, presume-se, a captação de água de chuva, uma tecnologia social que pode ser aplicada como política de desenvolvimento de caráter governamental ou não governamental, que pode adotar a participação social como estratégia indutora de transformação executada por parceria entre sociedade e instituições (ASA, 2003).

Nesse contexto, processo de avaliação exige a definição, utilização e validação de indicadores de referência de sua sustentabilidade. Estes indicadores permitem estabelecer cenários dinâmicos que contribuem de forma decisiva para aperfeiçoar resultados, orientar metodologias e estratégias (BELLEN, 2002), possibilitando melhoria nos padrões de armazenamento, uso racional do estoque e proteção da qualidade da água e da saúde dos usuários do sistema. Segundo a *Organization for Economic Cooperation and Development*, um indicador deve servir como parâmetro, ou valor derivado de parâmetros que sinalizam e fornecem dados sobre fenômenos, programas, ações e permitem projeções significativas (OECD, 1994).

Nessa concepção, o desenvolvimento do trabalho consiste na proposição de um quadro de indicadores para determinar o índice de sustentabilidade do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido - SIAVS-P1MC. Usa-se como referência o método Pressão – Estado – Resposta e o arcabouço de indicadores de sustentabilidade propostos pelo IBGE, elaborados a partir dos parâmetros definidos pela

[1] Química Pesquisadora Doutora da Universidade Federal de Sergipe, CCBS/DBI/Laboratório de Ecologia Sustentabilidade Educação Ambiental. aquatunem@yahoo.com.br

Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OECD) e pelos critérios para o desenvolvimento desses indicadores designados na Agenda 21 Global e Brasileira.

METODOLOGIA

O modelo proposto desenvolve-se a partir da seguinte passologia: [Primeiro passo - definição e caracterização do objeto de estudo. [Segundo passo - Pesquisa bibliográfica e documental. [Terceiro passo - Compreensão e contextualização da interação sociedade-natureza - reconhecimento das especificidades espaciais, naturais e da analogia entre população - Semiárido e identificação dos fatores específicos essenciais para o estabelecimento da sustentabilidade do programa P1MC. [Quarto passo - definição dos indicadores de sustentabilidade adaptados ao tema em estudo utilizando os critérios de representatividade, confiabilidade, qualificação, quantificação, baixa complexidade, valor científico e proximidade com a realidade local. [Quinto passo - elaboração e aplicação do pré-questionário para levantamento dos dados primários. Atribui-se índices às variáveis para possibilitar a quantificação. A utilização do pré-teste serve para adequar as questões à temática e à realidade estudada. [Sexto passo - elaboração do questionário agrupando as questões nas matrizes multidimensionais adotadas e construídas de forma a permitir avaliar a sustentabilidade da matéria em estudo. [Sétimo passo - opção dos pesos atribuídos a cada indicador e, com base nesses pesos e nos valores dos índices sintéticos, compõe-se o Índice de Sintético da Sustentabilidade do Programa: ISS – P1MC.

O passo a seguir refere-se à composição do índice sintético da sustentabilidade do programa P1MC que é constituído pelos índices nas dimensões social - IDS, econômica – IDE, ambiental - IDA e institucional – IDI e os critérios de definição da amostra seguiram as categorias ou público-alvo eleitos: chefes/as de famílias dos povoados atendidos pelo Programa. O horizonte temporal adotado pela pesquisa para verificação do cumprimento das demandas estabelecidas pela própria ASA foi o período de 2003 a 2006.

As microrregiões eleitas para a realização da pesquisa foram: o assentamento Cajueiro, na cidade de Poço Redondo e o povoado Mocambo, no município de Tobias Barreto. Foram aplicados 71 questionários significando que uma média de 44% das chefas ou chefes das famílias beneficiárias entrevistadas (Tabela 1).

Tabela 1. Questionários Aplicados por Povoado

Município	Povoado	Cisternas Construídas	Nº Questionários aplicados	Percentual
Tobias Barreto	Mocambo	64	31	48, 44%
Poço Redondo	Cajueiro	97	40	41,24%

Fonte: Pesquisa de campo, 2008/2009

Diante da escolha de levantar os dados adotando a comunidade como escala exige-se trabalhar no micro universo da ação e determinar a variação local para posterior avaliação do desempenho estadual e regional.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

O Método e a Sequência Metodológica Elaborados

Foi elaborado um módulo compacto (Figura 1) com os indicadores e as principais variáveis adotadas.

Este módulo serve para avaliar o grau de percepção da importância e satisfação dos beneficiários das ações do P1MC assim como, levantar mudanças relativas aos cuidados com o meio ambiente e na dinâmica da qualidade de vida da população.

Foi elaborada uma sequência metodológica distribuída nas seguintes etapas: a) referenciar o conceito de sustentabilidade adotado; b) adaptar o sistema de indicadores de sustentabilidade ao tema estudado; c) avaliar o P1MC aplicando a metodologia proposta, para tanto se faz necessário normalizar os indicadores; calcular os índices de sustentabilidade das matrizes dimensionais adotadas; determinar o índice e o grau de sustentabilidade do P1MC.

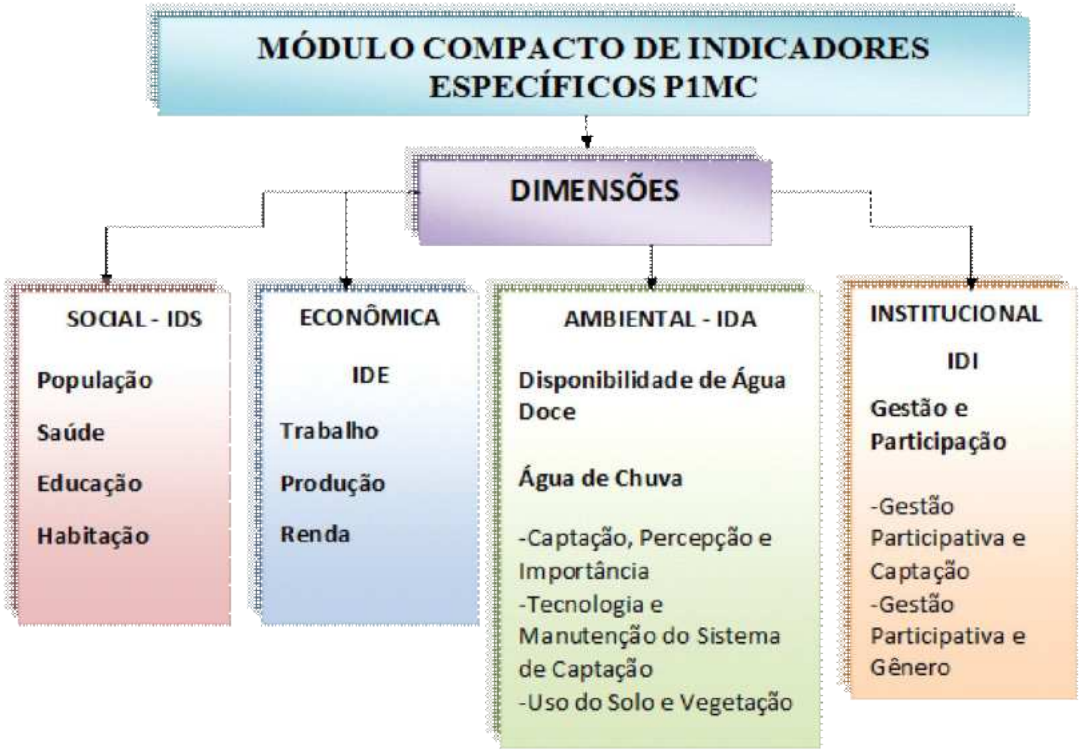


Figura 1. Módulo Compacto de Indicadores Específicos do P1MC. Fonte: autora

Conceito de Sustentabilidade Adotado - Para fins de análise, adota-se e complementa-se o conceito elaborado por Krause (1997) que diz: sustentabilidade é um projeto de sociedade alicerçado na consciência crítica do que existe e um *propósito estratégico* como processo de construção do futuro no qual se estabelece um fluxo contínuo de mobilização social, fortalecimento institucional, uso racional, eficiente e adaptação à base natural, respeito aos princípios éticos, culturais e históricos possibilitando a construção de autossuficiência econômica e autonomia política do estrato populacional considerado para o presente e para o futuro (grifo nosso).

O estabelecimento de metas e objetivos a serem atingidos pelo P1MC serve de base para definição do quadro de indicadores de sustentabilidade elaborado, com base nos elementos essenciais adotados para avaliação do Programa (Quadro 1, a seguir).

Dimensão Ambiental do Sistema de Indicadores Elaborado

O sistema de indicadores adota a forma Pressão-Estado-Resposta (PSR-*Pressure-State-Response*) que tem como objetivos apresentar as questões ambientais de forma que respondam as seguintes indagações: Indicadores de Estado: O que está acontecendo com o meio ambiente e com a base de recursos naturais? Indicadores de Pressão: Por que está acontecendo? Indicadores de Resposta: O que está fazendo-se a respeito? (OECD, 1994).

Descreve-se a organização dos temas e variáveis do sistema de avaliação tomando como exemplo a Dimensão Ambiental que revela a pressão antrópica ao meio ambiente, a percepção da importância da captação de água de chuva, abrangendo aspectos tecnológicos e de manutenção (Quadros 2 e 3). O primeiro quadro organiza as variáveis relativas ao acesso à água potável, captação e importância da água de chuva.

O segundo quadro detalha alguns componentes para o processo de manutenção do sistema de captação de água de chuva.

Este sistema de avaliação busca apreender a realidade estudada no micro nível da ação do P1MC no qual os temas e as variáveis servem de base para avaliar a sustentabilidade por meio da interligação entre os variados fatores no processo de mudança interna, externa do sistema.

Quadro 1. Resumo dos Elementos Básicos para o Sistema de Avaliação. Fonte: Adaptado de Delai; Takarashi (2008)

Elementos de avaliação	Aspectos a avaliar	Alguns resultados esperados	Referências
Conceito de sustentabilidade	Conceito de desenvolvimento sustentável Estabelecimento de princípios, metas e objetivos	Visão e definição de conceitos norteadores Dimensões da sustentabilidade	Princípio de Bellagio1; OECD (2004); Agenda 21(1997);; HARDI (1997); IISD (1999); IBGE (2004); BELLEN (2005)
Estrutura do sistema	Hierarquia do sistema	Detalhamento para visualização do resultado do sistema - o todo e suas partes	Princípio de Bellagio2; Gallopin (1997); HARDI e SEMPLE (2000); OECD (2004)
Conteúdo do sistema	Integrantes de cada nível do sistema	Equidade social, equilíbrio ambiental/ econômico e desempenho institucional	Princípio de Bellagio2; Gallopin (1997); BELLEN (2005); OECD (2004)
Escopo do sistema	Horizonte de tempo da mensuração Espaço de estudo	Mensurar efeitos de curto prazo Estimar efeitos de longo prazo Impactos locais e estimativa de efeitos regionais	Princípio de Bellagio4; HARDI (1997b); BELLEN (2002)
Dados	Tipos de dados - primários, secundários, qualitativos, quantitativos Nível de agregação e sintetização	Quantitativos Analíticos Qualitativos Agregados Inter-relacionados	PARRIS e KATES (2003); VEIGA (2005)
Interface do sistema	Complexidade do sistema Grau de transparência Apresentação Potencial pedagógico	Linguagem e estrutura dos cálculos claros, simples e compreensíveis a não especialista. Utilização de cores e recursos visuais para facilitar o entendimento e apreensão Ter significação junto ao público	Princípio de Bellagio 7; BELLEN (2002); GALLOPIN (1997); CSD (2005b) Princípio de Bellagio 6; GALLOPIN (1997); HARDI (1997);BELLEN (2005) GALLOPIN (1997); BELLEN (2005)
Participação do público	Forma e intensidade de envolvimento dos atores sociais	Ampla participação do público envolvido	Princípio de Bellagio8; BELLEN (2005); GALLOPIN (1997); HARDI e SEMPLE (2000)
Possibilidade de melhoria contínua	Flexibilidade para adaptações Monitoramento de suporte ao processo de avaliação e mensuração	Interatividade, adaptação a mudanças, ajustes de metas, objetivos e indicadores. Rotina de levantamento de dados, alimentação e documentação do sistema.	Princípio de Bellagio9; CSD (2005b) Princípio de Bellagio 10; HARDI (1997)

Conclui-se que o contexto deste trabalho traz a água da chuva como mote principal, e assim o é, porque as comunidades alvo têm a chuva como sua fonte hídrica essencial e única. O arcabouço teórico revelou ser factível a elaboração de um sistema de avaliação de programas de desenvolvimento por meio de uso de indicadores de sustentabilidade, estes se constituem em ferramentas adequadas para a verificação multidimensional a partir de dados produzidos em diferentes escalas, em particular no âmbito local conforme apresenta a Figura 2 que ilustra a interseção entre as dimensões da sustentabilidade e os princípios e objetivos do P1MC.

Enfim, no sertão Semiárido chuva e seca se revezam em um ciclo por onde ronda a história de vida e ambiental de sua população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO/ASA. **Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido**: Um Milhão de Cisternas Rurais. Anexo II do Acordo de Cooperação Técnica e Financeira FEBRABAN e AP1MC, 2003.

BELLEN, H. M. van. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

Quadro 2. Indicadores e Variáveis Específicas sobre os temas Água, Água de Chuva e P1MC. Fonte: autora (2009)

Código	Índice Temático	Indicador -Tipologia-	Variável	Alternativas
IDA 06	AMBIENTAL	Água e Água de Chuva e P1MC	Acesso a sistema de abastecimento	Sim Não
IDA 14			Tratamento de água para consumo humano	Sim Não
IDA 13			Importância da água de chuva	Muito importante Importante Pouco importante
IDA 13			Captação de água de chuva	Necessária Desnecessária
IDA 09			Importância do P1MC	Muito importante Importante Pouco importante
IDA 10			Minimiza problemas da seca	Sim Não
IDA 10			Melhoria da saúde	Sim Não
IDA 10			Melhoria da renda	Sim Não
IDA 10			Expectativa de plantar, colher e criar animais?	Sim Não
IDA 10			Melhoria da qualidade de vida	Sim Não
IDA 13			Confia na água que consome?	Sim Não
IDA 20			Estimula uso racional da água	Sim Não

Quadro 3. Indicadores e Variáveis Específicas para o tema Água de Chuva e Manutenção do Sistema Fonte: autora (2009)

Código	Índice temático	Indicador -tipologia-	Variável	Alternativas
IDA 22	AMBIENTAL	Água de Chuva P1MC e Manutenção do Sistema	Costuma limpar a cisterna?	Sim Não
IDA 22			Costuma pintar a cisterna?	Sim As vezes Não
IDA 22			A cisterna apresentou algum problema?	Sim Não
IDA 09			Está satisfeito com a cisterna?	Sim Não
IDA 22			Faz desvio das 1as. águas?	Sim Não
IDA 22			Faz limpeza e manutenção do telhado?	Sim Não
IDA 22			Faz limpeza e manutenção das calhas?	Sim Não
IDA 22			Cuida para evitar a entrada de sujeira na cisterna?	Sim Não
IDA 14			Usa bomba para retirar água da cisterna?	Sim Não
IDA 14			Faz tratamento da água armazenada?	Sim Não
IDA 16			Filtra a água?	Sim Não
IDA 15			Adiciona cloro à água?	Sim Não
IDA 13			A chuva é suficiente para encher a cisterna?	Sim Não
IDA 12			A água armazenada é suficiente para o uso	Durante toda estiagem Apenas qdo chove Não é suficiente
IDA 21			A cisterna recebe água do carro pipa?	Sim Não

DELAI, I.; TAKAHASHI, S. **Elementos fundamentais para escolha dos Sistemas de Mensuração do Desenvolvimento Sustentável**. Seminários em Administração FEA-USP, 2006, São Paulo. SEM EAD, 2006.

KRAUSE, G. A. A natureza revolucionária da sustentabilidade. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Meio ambiente desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997, p.15-19.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Draft Synthesis Report Group on State of Environment workshop on Indicators for Use in Enviromental Performance reviews. Doc ENV/EPOC/SE, Paris, 2000.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA DE CORPOS HIDRÍCOS DA REGIÃO DO ALTO PARAÍBA

Viviane Farias Silva[1], Denise de Jesus Lemos Ferreira[2], Aline Costa Ferreira[2], Josinaldo Xavier de Medeiros[3], José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy[4] & Vera Lúcia Antunes de Lima[5]

Resumo: A qualidade de água seja para consumo humano, dessedentação de animais ou para irrigação é fundamental para que ocorra o ciclo da vida na Terra. Este trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade de água de rios e açudes pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Paraíba região do Alto Paraíba, classificando sua qualidade para consumo humano, dessedentação de animais e para a irrigação de acordo com os níveis de salinidade contidos na água. A pesquisa foi desenvolvida na bacia Hidrográfica do rio Paraíba, no município de São Sebastião do Umbuzeiro localizado no Estado da Paraíba. Foram coletadas 19 amostras de água em fontes naturais; superficiais, como riachos, barragens e açudes e sub-superficiais, como poços amazonas e cacimbas. A partir dos resultados pode-se verificar que a água tem plenas condições de ser consumida pela população e animais da região. Já para seu uso na irrigação deve-se cultivar culturas tolerantes a salinidade e realizar o monitoramento para não ocorrer sodificação do solo e lixiviação de nutrientes.

Palavras-chave: Consumo humano, padrões de potabilidade, salinidade, análise da água.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural vulnerável e essencial para a vida humana e animal, bem como, para o meio ambiente. Portanto, deve-se monitorar a disponibilidade e otimizar os usos da água na região semiárida do Nordeste Brasileiro por se tratar de um recurso crucial no que diz respeito ao desenvolvimento da região.

A seca é um fenômeno que pode ser denominado de desastre natural provoca fortes impactos negativos por um longo período, ocorre de forma rápida tendo origem meteorológica e climatológica complexa e afeta diretamente a população que reside na região semiárida a qual é duramente castigada por esse fenômeno.

Segundo Marengo (2007), os resultados de estudos de mudanças climáticas para a América do Sul indicam que as mudanças climáticas mais intensas para o final do Século XXI, relativas ao clima atual, vão acontecer na região tropical, especificamente na Amazônia e no Nordeste do Brasil.

As alterações climáticas e consequentemente dos processos hidrológicos na região semiárida pode significar diferentes tipos de prejuízos para a população que vive nessa região. De acordo com Bates et al. (2008) é provável que ocorra aumento da salinização da água subterrânea e superficial em virtude da elevação da evapotranspiração.

Pinto & Assad (2008) destacaram que na maior parte do Brasil a elevação da evapotranspiração deverá, com seu consequente reflexo na deficiência hídrica do solo, acarretar um crescimento do risco climático para a produção agrícola.

A região do Cariri Paraibano integrante do semiárido nordestino, além de sofrer a ação dos fenômenos naturais passa por níveis intensos de antropização no que se refere aos processos de agricultura e pecuária. Decorrente às constantes estiagens tem-se verificado a redução expressiva de disponibilidade das águas superficiais e subterrâneas – esta última em virtude da ocorrência do escudo cristalino que dificulta o armazenamento sem que a população residente na área seja sensibilizada. Esta despreocupação passa pelo

[1] Graduanda em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola/UFCG, Campina Grande, PB, 58429-140, Fone: (83) 2101-1000, e-mail: flordeformosur@hotmail.com
[2] Engenheira Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande
[3] Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, Professor da Universidade Federal da Paraíba
[4] Engenheiro Agrônomo, Professor da Universidade Federal de Campina Grande, LICTA/CTRN
[5] Engenheira Agrícola, Professora da Universidade Federal de Campina Grande, LICTA/CTRN

descuido com componentes como a conservação da cobertura vegetal e dos solos, onde se observam as mais diversas ações impactantes.

Com o passar dos anos a quantidade disponível de água de boa qualidade vem gradativamente diminuindo decorrente da poluição de rios, açudes e mananciais, se tornando um problema para a população.

É preocupante como em algumas regiões não existem água de qualidade disponível nem para consumo humano o que acarreta diversos problemas de saúde. Há algum tempo grandes obras hidráulicas tem sido realizada com o intuito de minimizar os efeitos da seca, principalmente a escassez hídrica. No entanto, apesar de muitos açudes e barragens estarem com níveis de água suficiente, esta não é adequado para abastecimento humano e, também, inviabiliza uma série de outras atividades, como pecuária, irrigação entre outros.

Segundo Ayers & Westcot (1999), o conceito de qualidade da água refere-se às suas características que podem afetar sua adaptabilidade para uso específico, ou seja, está vinculada a finalidade com que se pretende utilizá-la, podendo usos específicos ter diferentes requisitos de qualidade.

Diante do exposto, a presente pesquisa tem por objetivo avaliar a qualidade de água de rios e açudes pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Paraíba região do Alto Paraíba, classificando sua qualidade para consumo humano, dessedentação de animais e para a irrigação de acordo com os níveis de salinidade contidos na água.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na bacia Hidrográfica do rio Paraíba, região do Alto Paraíba, no município de São Sebastião do Umbuzeiro localizado na Microrregião do Cariri Ocidental e na Mesorregião da Borborema do Estado da Paraíba, com altitude de 594 m, apresenta as coordenadas geográficas de 8° 9' 14" Latitude Sul e 37° 0' 57" Longitude Oeste e área de 461 km², representando 0,81% do Estado, 0,0296% da região Nordeste e 0,005% do território brasileiro. O acesso é feito pelas rodovias BR 230, BR 110 e PB 264. O município está inserido nas Folhas SUDENE de Sertânia e Pesqueira na escala de 1:100.000 (IBGE, 2006).

As águas superficiais que foram analisadas estão contidas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, região do Alto Paraíba. Seus principais tributários são: os rios do Umbuzeiro e do Salão, além dos riachos: Cacimbas, Mão Beijada, Sant'Ana, Zabelê, Boa Vista, do Meio, da Baixa Cupira, Salgado, do Deserto, Dois Riachos, Capitimbó, Boa Sorte e do Juazeiro. O principal corpo de acumulação é o Açude Santo Antônio. Os cursos d'água têm regime de escoamento intermitente e padrão de drenagem dendrítico.

Na Figura 1, percebe-se a distribuição do número de pontos georreferenciados. A aglomeração dos pontos no mapa reflete o sentido e a direção do escoamento da rede de drenagem da região, neste caso, as fontes hídricas.

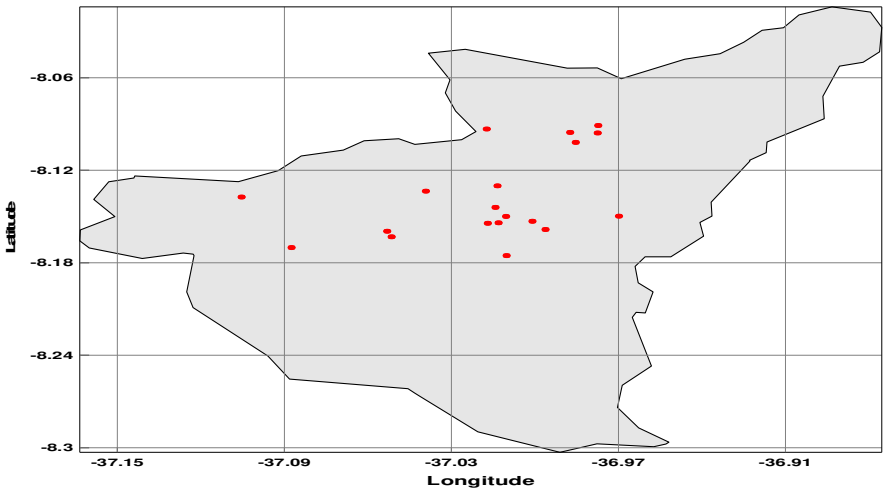


Figura 1. Mapa das fontes de coleta de água do município de São Sebastião do Umbuzeiro

Na Tabela 1 percebem-se as coordenadas geográficas, altitude e tipo de fonte de coleta das amostras de água do município de São Sebastião do Umbuzeiro. Foram coletadas 19 amostras de água em fontes naturais superficiais, como riachos, barragens e açudes; e fontes sub-superficiais, como poços amazonas e cacimbas, no período chuvoso do ano de 2007. Para a realização das coletas de água a equipe de pesquisadores foi sempre acompanhada por um representante do município (Secretário Municipal de Agricultura ou Presidente da Associação de Produtores Rurais).

Tabela 1. Georreferenciamento dos Pontos, Tipo de Fonte e da Salinidade da Água para o Município de São Sebastião do Umbuzeiro, no período chuvoso de 2007

Nº	Altitude(m)	Latitude Sul	Longitude Oeste	Fonte de Água
1	631	8°8'0,8"	37°2'21"	AÇUDE
2	608	8°9'15,8"	37°1'0,9"	AÇUDE
3	607	8°10'12,5"	37°5'14,7"	AÇUDE
4	641	8°8'14,5"	37°6'19,3"	AÇUDE
5	618	8°9'34,4"	37°3'11"	AÇUDE
6	618	8°9'47,4"	37°3'5,3"	POÇO
7	634	8°10'31,3"	37°0'36,6"	AÇUDE
8	603	8°8'59,8"	37°0'37,3"	CORRENTE
9	606	8°9'14,7"	37°0'47"	AÇUDE
10	615	8°8'38,7"	37°0'51"	AÇUDE
11	609	8°7'48,4"	37°0'48,4"	AÇUDE
12	604	8°5'35,7"	37°1'2,3"	AÇUDE
13	589	8°5'27,5"	36°58'38,1"	POÇO
14	584	8°5'44,9"	36°58'38,8"	CORRENTE
15	599	8°5'43,6"	36°59'14,4"	AÇUDE
16	603	8°6'6,9"	36°59'7,2"	AÇUDE
17	636	8°8'59,2"	36°58'11,3"	AÇUDE
18	627	8°9'30,3"	36°59'46,3"	AÇUDE
19	611	8°9'11,1"	37°0'3,2"	AÇUDE

As amostras de água foram coletadas com um equipamento denominado coletor Falcão, confeccionado em tubo de PVC rígido branco PN 20, com diâmetro de 100 mm e comprimento de 600 mm, usando-se cápsula para vedação, perfurado com brocas de 10 mm em uma das extremidades, com um orifício de 20 mm inferior, para proceder à descarga de água na garrafa, através de um funil. Nas fontes superficiais a sonda multiparâmetro foi colocada diretamente na água, visando obter dados em diferentes profundidades, isto é, caracterizando o perfil da água do reservatório.As águas foram acondicionadas em garrafas plásticas, previamente lavadas e enxaguadas no momento da coleta, as quais foram totalmente cheias e vedadas.

As garrafas com as amostras de água foram encaminhadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), onde foram analisadas de acordo com suas características físico-química, determinando-se a condutividade elétrica, pH, cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonato, bicarbonato, cloreto e sulfato. A relação de adsorção de sódio (RAS) foi determinada a partir dos resultados obtidos de cálcio, magnésio e sódio.

Para a obtenção dos dados laboratoriais dos parâmetros físicos e químicos avaliados nesta pesquisa, foram utilizadas as metodologias propostas pela EMBRAPA (1997). A classificação da água para fins de irrigação foi feita pela metodologia de Richard (1954) e posteriormente pela recomendação da FAO, classificação proposta pelo Comitê dos Consultores da Universidade da Califórnia UCCC (1974), citado por Ayers e Westcot (1999), para o uso da irrigação em áreas cultivadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da qualidade das águas superficiais e sub-superficiais da sub-bacia hidrográfica do alto curso do rio Paraíba, foram apresentados e discutidos quanto aos aspectos qualitativos.

Na Tabela 2 se encontram os índices de qualidade das águas no período chuvoso do ano de 2007, para as dezenove fontes de coleta de águas, observa-se que 13 fontes podem causar problemas com infiltração, visto que apresentam grau severo de restrição de uso para a irrigação, quando combinado com os valores de RAS e CE. Igualmente, 5 fontes apresentaram grau de restrição de baixo a moderado e a fonte 14, nenhuma restrição com RAS de 7,75 e CE de 2,20. Com relação à dureza total, apenas a fonte 14 foi classificada como muito dura.

Tabela 2. Índices de Qualidade das Águas no Período de Chuvas, no Município de São Sebastião do Umbuzeiro

N°	*RAS($mmol_cL^{-1})^{1/2}$	*DT(mgL^{-1})	*CE(dSm^{-1})	*SDT(mgL^{-1})
1	0,37	81,00	0,13	81,92
2	0,33	53,50	0,15	74,24
3	0,49	77,50	0,18	116,48
4	0,94	72,00	0,21	136,96
5	0,39	62,50	0,13	85,12
6	2,09	171,00	0,54	345,60
7	2,00	187,50	0,62	396,80
8	5,66	262,00	0,13	83,84
9	0,09	36,00	0,06	40,32
10	0,50	37,0	0,13	80,64
11	0,63	70,00	0,18	113,28
12	0,13	28,00	0,06	35,84
13	3,22	123,50	0,42	268,80
14	7,75	562,50	2,20	1.408,00
15	0,30	81,00	0,15	98,56
16	2,00	187,50	0,52	332,80
17	0,31	70,50	0,14	88,96
18	0,22	81,00	0,13	83,20
19	0,19	54,50	0,10	62,72

Ainda pela Tabela 2 é possível verificar que em quase toda água analisada do município o índice de CE é baixo com 0,06 dSm^{-1}, menor que 0,7 dSm^{-1} vindo, em seguida, uma água cuja CE varia de 0,7 a 1,5 dSm^{-1} e, por fim, um alto valor com a CE igual a 2,2 dSm^{-1}.

De acordo com o que estabelece a Portaria nº 518, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005), em relação aos valores limites da dureza na água utilizada para consumo humano (500 mg L^{-1}) como também em relação aos valores limites de sólidos dissolvidos totais(1000 mg L^{-1}), pode-se dizer que quase todas as amostras coletadas são próprias para o consumo, menos uma amostra que possui sua dureza total maior do que a recomendada com 562 mgL^{-1} e para sólidos dissolvidos totais o valor de 1408,0 mg L^{-1}. As águas duras têm sabor desagradável e podem ocasionar efeitos laxativos no homem.

Classificando as águas das amostras para irrigação quanto ao potencial de salinização temos 14 amostras consideradas C1 com salinidade baixa podendo ser utilizada na irrigação da maioria das culturas. Como C2 temos 4 amostras dentro desta características sendo possível sua utilização com grau moderado de lixiviação e em culturas tolerantes. E apenas uma das amostras é classificada como C3 não sendo recomendável ser empregada em solos com deficiência em drenagens e utilizadas técnicas especiais para controle de salinização e usar culturas tolerantes.

Conforme Ayers e Westcot (1999) os níveis de salinidade abaixo de 1,5 dSm^{-1} é excelente para todas as classes de gado e aves confinadas. Mas níveis acima até 5,0 dSm^{-1} provoca diarréia temporária em gado não habituado e excrementos aquosos nas aves. Por este motivo que se recomenda comprar gados da mesma região por já está adaptado à qualidade de água.

Sendo assim, nas análises realizadas obteve-se 15 fontes hídricas que apresentam CE inferior a 0,5 dSm^{-1} enquanto 3 fontes possuem CE variando de 0,5 a 1,0 dSm^{-1} e apenas 1 fonte com CE superior a 1,0 dSm^{-1}. Deste modo, a maioria das águas é indicada para todas as atividades, sendo que a fonte cuja CE foi de 2,2 dSm^{-1} é indicada apenas para dessedentação animal e irrigação de culturas tolerantes à salinidade.

CONCLUSÕES

As águas coletadas no geral possui boa qualidade para consumo humano, bem como, podem ser utilizadas para dessedentação de gado de leite e aves confinadas.

Para o uso na irrigação as águas analisadas devem ser utilizadas com devido cuidado fazendo-se um monitoramento periódico para não ocorrer sodificação do solo e lixiviação de nutrientes. Além de procurar cultivar plantas que tenham tolerância a salinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayers, R.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. "Water Quality for Agriculture". FAO. Tradução Gheyi. H. R. & Medeiros, JF de, UFPB.Campina Grande- PB, 217p. 1999.

Bates, B.C., Kundzewicz, Z.W., WU, S. & Palutikof, J.P. Climate change and water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva.2008. 210 p.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária(EMBRAPA) Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística– Delimitação de limites municipais. Base operacional, PB. Rio de Janeiro: Edição Revisada, 2006.

Marengo, J. Aquecimento global e as consequências das mudanças climáticas no Nordeste do Brasil. CPTEC/INPE, São José dos Campos, SP. 2007. 54 p.

Pinto, H.S. e ASSAD, E. Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. EMBRAPA Agropecuária/UNICAMP, São Paulo. 2008. 82 p.

Richards, L. A. (ed) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington,
United States Salinity Laboratory, 1954. 164p. (USDA. Agriculture Handbook;60).

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS RURAIS (P1MC) QUANTO À SUSTENTABILIDADE E RESILIÊNCIA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO[1]

Edgard Afonso Malagodi[2], Vanessa Belmiro dos Santos[3], Jardelle Ridelly Oliveira Santos[4], Leonardo Barbosa Silva[5] & Renato Cristiano Lima Barreto[6]

OBJETIVO GERAL

Analisar em uma perspectiva interdisciplinar os efeitos do Programa de Formação e Mobilização Social para a convivência com o semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) no sentido de sua contribuição quanto à sustentabilidade e a resiliência no Semiárido nordestino.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa é classificada como exploratória e descritiva. Possui em seus objetivos a investigação dos efeitos sócio-econômicos e culturais resultantes do P1MC na microrregião do Cariri Paraibano, além de conhecer a ação coletiva deslanchada pelos movimentos sociais e entidades para a multiplicação das cisternas, nas ações de capacitação das famílias, e na experiência do trabalho comunitário e solidário no processo de contrução das cisternas e a relação do sistema de manejo da captação de águas de chuva. Também é considerada uma pesquisa bibliográfica, documental e de campo.

O universo da pesquisa abrange as famílias rurais de 09 municípios que têm acesso às cisternas do P1MC. Os municípios de Barra de Santana, Barra de São Miguel, Caturité, Caraúbas, Serra Branca e Boa Vista que pertencem ao Cariri Paraibano. Soledade que é da microrregião do Curimataú Ocidental e Puxinanã, localizada na região metropolitana de Campina Grande.

RESULTADOS

Contribuir efetivamente para o desempenho do programa, considerando que o mesmo tem o propósito de permitir o acesso à água potável para cerca de 5 milhões de pessoas, distribuídas em 11 estados brasileiros, a partir da ação de atores sociais.

Através da coleta de dados por meio da aplicação de questionários e roteiro de entrevistas realizadas em diversas comunidades rurais, avaliamos que esse modelo criativo e inovador de captação de água de chuva contribuiu significativamente para a qualidade de vida das famílias, trazendo-lhes a oportunidade de usufruir da água potável e perto de suas casas.

Também utilizamos como instrumento de coleta de informações a fotografia. Abaixo apresentamos alguns exemplos de cisternas que encontramos durante a pesquisa. Fonte: Pesquisa P1MC, ano 2010-2012

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa de avaliação do programa P1MC ainda está em fase de conclusão. No entanto, podemos afirmar, ainda que preliminarmente, que a experiência de campo permitiu à equipe um maior envolvimento com a

[1] Projeto de Pesquisa Edital MCT/ CNPq/ HIDRO Nº 021/2009. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais e Universidade Federal de Campina Grande-PB. Coordenação Prof. Dr. Edgard Afonso Malagodi
[2] Prof. Dr. em Ciências Sociais. Coordenador da pesquisa. emalagodi@uol.com.br
[3] Mestranda em Ciências Sociais na UFCG. vanessa_belmiro@ig.com.br
[4] Mestranda em Ciências Sociais na UFCG.ridelly1987@yahoo.com.br
[5] Graduando em Economia na UFCG. Leosilvab2009@hotmail.com
[6] Graduado em Ciências Sociais na UFCG. limabarretoufcg@hotmail.com

realidade da região semiárida, bem como com o novo paradigma da convivência. Além da participação em reuniões e encontros promovidos pelas entidades parceiras do programa como a ASA (Articulação no Semiárido), pautadas na sustentabilidade, na cidadania e no caráter educativo de preservação dos recursos naturais.

PROPOSTA DE BAIXO CUSTO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA E IMPLANTAÇÃO NA ILHA GRANDE - BELÉM–PA[1]

Cristiane da Costa Gonçalves[2], Ronaldo Rodrigues Lopes Mendes[3],
Tony Carlos Dias da Costa[4] & Dênio Ramam Carvalho de Oliveira[5]

Resumo: A Amazônia abriga centenas de comunidade que vivem às margens dos rios e possuem abundância nos mananciais superficiais, o entrave é a qualidade da água que nem sempre é adequada ao consumo. São áreas geralmente de acesso difícil e realizadas via fluvial, as casas são longe uma das outras, característica que tornam a instalação de um sistema público coletivo de água inviável economicamente. Essas comunidades sem muitas escolhas se arriscam ao consumir água de qualidade duvidosa e muitas vezes sem tratamento. Este trabalho apresentando uma proposta de um modelo de Sistema de Abastecimento de Água da Chuva (SAAC), visto que a Amazônia é uma região onde chove bastante e com frequência. O SAAC apresenta um aparato tecnológico, permitindo: captar, armazenar, filtrar, e dispor a água para consumo. A ideia é usar a gravidade, evitando a utilização de energia elétrica e em consequência, custo.

Palavras-Chave: Abastecimento de Água, Aproveitamento de água de chuva, Recursos Hídricos, Belém, Amazônia.

INTRODUÇÃO

O abastecimento de água na zona rural da Amazônia possui uma particularidade muito grande, principalmente nas comunidades ribeirinhas, geralmente desprovidas de rede geral de abastecimento de água. Na Amazônia paraense são milhares de vilarejos, comunidades, núcleos e ilhas com abundância em água superficial, ou seja, a quantidade de água não é a dificuldade, o entrave maior é a qualidade nem sempre adequada ao consumo. São áreas geralmente de difícil acesso e realizadas via fluvial, as casas são longe uma das outras. Essas características tornam a instalação de um sistema público coletivo de água inviável economicamente. Diante dessa problemática, a água pluvial pode ser uma solução para essa dificuldade de abastecimento, é considerada uma solução alternativa e tem sido adotada em diversos Países, a exemplo do que ocorre no semiárido brasileiro, o aproveitamento de água pluvial é feito para consumo humano, dessedentação de animais e irrigação.

Vários programas foram desenvolvidos pela sociedade civil, órgãos governamentais, não governamentais, tais como:

- P1MC – Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um milhão de Cisternas Rurais, que busca garantir às famílias rurais do semiárido nordestino suprimento de água através da construção de cisternas de 16.000 litros para armazenar água da chuva proveniente dos telhados. Conforme ASA BRASIL, 2007, o programa o P1MC, desde que surgiu no ano de 2003, até os dias de hoje, construiu mais de 300 mil cisternas, beneficiando mais de 1,5 milhões de pessoas (ASA BRASIL, 2011).

- Programa Uma Terra Duas Águas - P1 + 2, de acordo com Gnadlinger (2005), é um programa de formação e mobilização social para convivência com o semi-árido brasileiro e tem como objetivo promover a Convivência com o Semi-Árido das famílias de pequenos produtores rurais, garantindo, num processo de formação e

[1] Projeto Financiado pelo CNPq/CT-HIDRO (Processo no. 504.112/03-1) e pela FAPESPA edital Universal (apoio 141/2008)
[2] Engenheira Sanitarista /UFFA. Mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil – PPGEC (UFPA). Endereço: Passagem Ligação, 93 – Terra Firme – Belém - Pará - CEP: 66.77-330 - Brasil - Tel: (91) 8255-2844 - E-mail: ccg@ufpa.br/cristianeccg@yahoo.com.br
[3] Geólogo, mestre em Geofísica e doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido - Professor do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA/UFPA)
[4] Graduado em Bacharel Em Geologia pela Universidade Federal do Pará - UFPA (1993), mestre em Geotecnia pela Escola de Engenharia de São Carlos (1996) e doutor em Geologia e Geoquímica pela UFPA (2001) - Professor adjunto ITEC/UFPA
[5] Engenheiro Civil / UFPA, mestre em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília, doutor em Estruturas (Sandwich: Imperial College, Londres) pela Universidade de Brasília e Pós-Doutor em Estruturas. - Professor adjunto ITEC/UFPA

mobilização social, o acesso e manejo sustentável de terra e de água suficientes, para consumo humano e produção de alimentos de origem animal e vegetal para auto-consumo e geração de renda.

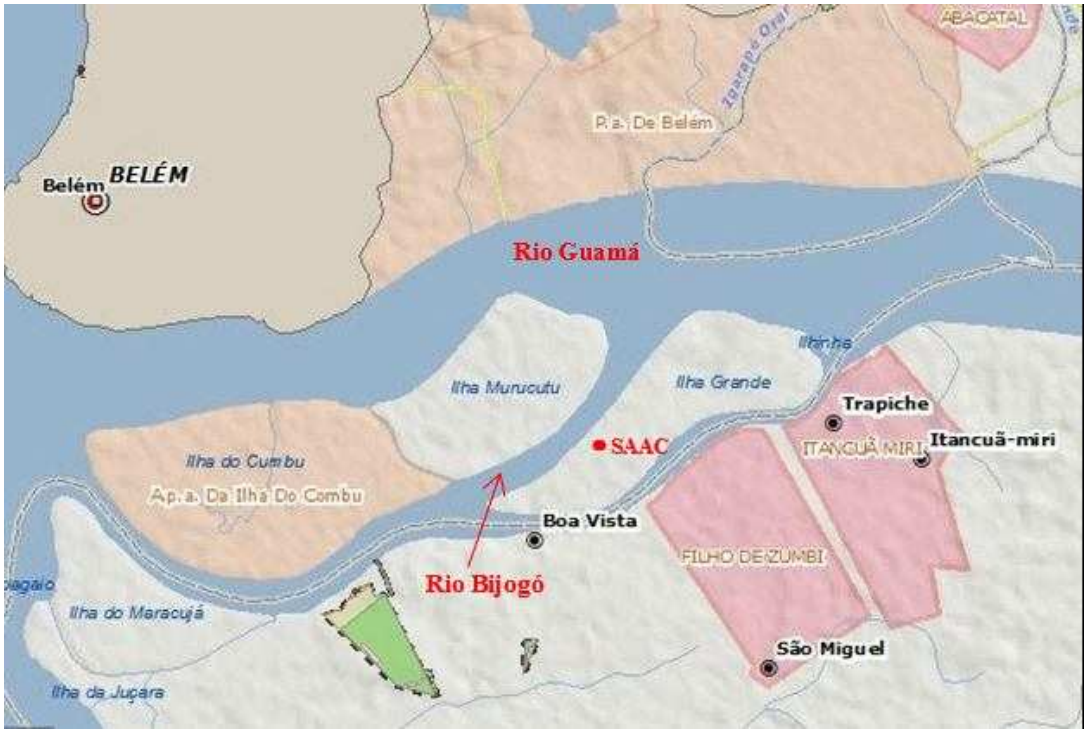
O Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva apresenta uma concepção Básica de simples visualização: área de captação (telhado), grelha para separar os materiais mais grosseiros, condutores verticais e horizontais, descarte da primeira água de chuva, reservatórios de acumulação, filtro de areia que pode ou não integrar o sistema e reservatório final ou pós-filtro. Parece ser um sistema simples, no entanto os seus componentes como calha, reservatório de autolimpeza, os filtros e a cisterna necessitam ser dimensionados, o que significa que o sistema possui certa sofisticação tecnológica. Se um destes componentes não funcionar bem, poderá comprometer a eficiência do sistema.

O objetivo deste trabalho é propor um modelo de baixo custo de um sistema de aproveitamento de água da chuva que após que foi dimensionado e depois teve um exemplar implantado na ilha grande, região insular de Belém–Pará.

O grupo de pesquisas Aproveitamento de Água da Chuva desenvolve um projeto cujo objetivo é "desenvolver modelos de sistemas de abastecimento e projetos construtivos de habitações de interesse social usando como alternativa a água da chuva a fim de viabilizar o acesso de comunidades ribeirinhas amazônicas a água potável na Amazônia, através do núcleo de meio ambiente – NUMA em parceria com o instituto de tecnologia – ITEC (Universidade Federal Pará – UFPA)" (OLIVEIRA, 2009). O Projeto foi financiado pelo CNPq/CT-HIDRO (Processo nº. 504.112/03-1) e pela FAPESPA edital Universal (apoio 141/2008).

Área de Estudo

A ilha Grande (imagem 1) está localizada na região insular da cidade de Belém. De acordo com Azevedo, 2005, a maior cidade da Região Norte. Seu território é formado por uma parte continental 33,58% e o restante 69,42% é o lado insular composta por 39 ilhas. A população da ilha Grande é estimada em 323 habitantes. O acesso é feito por barcos e dura em torno de 30 minutos. Os barcos aportam no porto da Praça princesa Isabel, Porto São Benedito, Ver-o-Peso, Porto da Palha, etc.



Fonte: Adaptado de mapas do Cadastro Ambiental Rural, 2011

Figura 1. Imagem da localização da área de estudo

Belém, 1996 apud Azevedo, 2005 informa que a Ilha Grande ocupa 929,16 ha e está situada a 12,2 km, ao sul de Belém, na margem esquerda do rio Guamá.

A região de estudo apresenta diversos problemas de infraestrutura que foram identificados no decorrer da pesquisa, destacam-se duas das principais dificuldades: falta de rede de abastecimento público de água e destino inadequado do lixo e dos efluentes sanitários.

A energia elétrica chegou à ilha em janeiro de 2012 através do Programa Luz para Todos do Governo Federal em parceria com os governos estaduais e as distribuidoras de energia elétrica.

MÉTODO

O método contou com dois momentos. Inicialmente foi realizado o diagnóstico da área de estudo e o projeto do sistema de abastecimento de água da chuva (SAAC). Em seguida o sistema foi instalado.

Diagnóstico e Projeto

Em 2009 foi feito um levantamento geral na ilha Grande a fim de levantar informações, tais como: nº de indivíduos, nº de famílias, escolaridade, atividades desenvolvidas, renda, fontes de uso de água para abastecimento, tipos de tratamento aplicado na água antes do consumo.

Em 2010 foram realizadas várias visitas à ilha com o objetivo de identificar várias variáveis que seriam consideradas na elaboração do projeto, tais como:

a) Visualização das condições do saneamento local, principalmente ao que se refere ao abastecimento de água;

b) Investigação sobre a aceitação da água de chuva pelos moradores das ilhas e conhecer as experiências de uso de água da chuva nas ilhas grande;

c) Definição da locação dos sistemas a partir da avaliação de vários fatores como: interesse do morador em obter o sistema de aproveitamento de água da chuva, área e condições dos telhados, aferição das medidas das residências (altura, comprimento das casas, medidas dos telhados). É importante salientar que o SAAC foi solicitado por uma família que já fazia uso de água de chuva através de um sistema improvisado, a residência foi avaliada e o local foi eleito para receber o primeiro sistema.

Após a definição do local onde seria implantado o sistema, pôde-se determinar o número de usuários do sistema. Neste caso, foram beneficiadas 5 famílias que moram próximas, contemplando total de 19 pessoas. O dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva necessita do conhecimento de variáveis como a demanda de água e a pluviosidade para verificar se o volume de chuva naquela região atende a demanda. Após um levantamento *in locu* computou-se demanda de água igual a 115 l/dia para as 19 pessoas. Sendo este volume usado somente para ingestão e preparação de alimentos.

Outro passo importante foi o levantamento da pluviosidade local, um dado de entrada necessário para realizar o dimensionamento do sistema e necessário para avalizar a viabilidade em relação à quantidade de água necessária para atender a demanda. Infelizmente não há nenhum posto pluviométrico instalado na ilha Grande. Então, avaliou-se a pluviosidade a partir da estação 82191, localizada na sede do INMET-Belém. Por falta de dados pluviométricos pontuais e a área de estudo ser adjacente a Belém, projetou-se as informações pluviométricas dessa estação para utilização nesta pesquisa que conferem informações das médias mensais do período de 1961 a 1990. As médias mensais variam entre 250 a 550 mm, no período chuvoso, e 100 a 200 mm, no período menos chuvoso. Para dimensionamento do sistema foi usada a pior situação, a média mensal de 100 mm.

A próxima etapa realizou-se o dimensionamento do sistema à luz da NBR 10.844/1989 - Instalações Prediais de Águas Pluviais e da NBR 15527:2007 que trata do Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis da ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. Todos os componentes do sistema

foram dimensionados e foram ordenados da seguinte forma: Cálculo da Área de contribuição (telhado), intensidade pluviométrica, determinação da vazão de projeto, dimensionamento da Calha, determinação do volume do reservatório de autolimpeza (descarte da primeira água de chuva), dimensionamento do filtro de areia, dimensionamento do Reservatório e tratamento da areia e camada suporte (seixo) a serem utilizados nos filtros.

- Dimensionamento da estrutura de madeira onde o sistema iria ser montado.
- Elaboração a lista dos materiais que seriam necessários à instalação do sistema e da estrutura de madeira, tais como: peças em madeira de diversos tamanhos, calhas, tubos, conexões, caixas d'água e outros materiais a serem utilizados.

Instalação do SAAC

O SAAC foi instalado em dois dias, desde a fundação até a montagem de todo o arranjo previsto no dimensionamento. Utilizou-se apenas uma aba do telhado cerâmico, com área de 43,99 m². A calha dimensionada foi de 100 mm de diâmetro, mas como não foi encontrada no comércio local, instalou-se calha de 125 mm. Foram utilizados quatro tubos de 1,5 m, em PVC de 100 mm, os quais acumulam o volume de 48 litros, mais que 1 mm de água captada pelo telhado. Após o descarte, a água é acumulada em uma caixa d'água de 500 litros posicionada antes dos dois filtros de areia, construídos de tubos de PVC, com a taxa de filtração igual a 4m³/m²/dia, e formado por 40 cm de camada suporte e 70 cm de meio filtrante. Após o filtro ficou alocado o reservatório inferior de 310 litros para acumular água filtrada que será posteriormente desinfetada com Hipoclorito de sódio pelos próprios usuários antes da utilização da água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO.

De acordo com Gonçalves (2012) o Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva (ver figura 2) idealizado é de baixo custo, fácil instalação e manutenção. Ele armazena água para posterior filtração, foi necessário instalar 2 reservatórios, este foi um fator que encareceu o sistema. No entanto, o componente mais oneroso do sistema foi a estrutura em madeira, os dois reservatórios instalados são elevados, o primeiro logo abaixo da calha com o objetivo de aproveitar a gravidade e outro a 1,5 metros do solo para possibilitar o abastecimento do usuário a uma altura mais adequada possível.

Fonte: Autora

Figura 2. Vista superior do SAAC

Nota-se na figura 2 que segue uma tubulação pela parede a qual leva a água do sistema para a cozinha da residência, a torneira fica a 1,5 metros do solo, facilitando a vida do usuário com relação ao acesso à água.

As calhas, tubos, conexões, caixas d'água e materiais como: lixa para PVC, solução limpadora, adesivo plástico, estopas, borrachas de vedação, suporte para calha, suporte para os tubos totalizaram o valor de R$ 1.280,00 e os percentuais distribuídos por tipo de custo estão plotados no gráfico 2.

Fonte: Gonçalves, 2011

Gráfico 2. Custo do sistema da ilha Grande

O SAAC abastece 19 pessoas. Se esse valor fosse rateado em partes iguais, ficaria o valor de R$ 111,08 para cada pessoa, um valor ainda elevado se for levar em consideração parte da população da ilha possui renda familiar menor que um salário mínimo. Entretanto, deve-se considerar que mesmo com a baixa renda, muitos dos moradores compram água, R$ 2,00 por cada 20 litros. Para estabelecer um comparativo entre o custo com compra de água e o gasto com a instalação do sistema, deve-se ponderar a quantidade de usuários que o sistema atende e a demanda de água desses usuários, assim pode-se obter o custo diário, mensal e anual com água. Pode-se observar que comprar água é mais oneroso que implantar o sistema. O valor total do custo com implantação do sistema e o gasto com água comprada estão dispostas no quadro 1.

Quadro 1. Custo diário, mensal e anual com compra de água x Gasto com a instalação do SAAC

Local	Demanda de água l/dia	Nº de usuários atendidos	Gastos diários com compra de água	Custo total do sistema dividido por 365 dias	Gasto mensal com compra de água	Gasto total da implantação do sistema dividido por 12 meses	Gasto anual com compra de água	Custo total do sistema
Custo	115	19	R$ 11,50	R$ 5,78	R$ 345,00	R$ 175,88	R$ 4.197,50	R$ 2.110,58

Fonte: Gonçalves (2012)

CONCLUSÃO

O Sistema de aproveitamento de água da chuva proposto se mostra como uma solução ambientalmente limpa, economicamente viável, garante acesso à água e sem consumo de energia elétrica.

O descarte da primeira chuva é um fator importante para eficiência do sistema, visto que a chuva lava a atmosfera, o telhado e calha, carreia várias impurezas que alteram a qualidade da água.

Vale ressaltar que o usuário é protagonista no processo de manutenção de qualidade do sistema. Atividades como a limpeza do telhado, calha, filtros e dos reservatórios devem ser realizadas com frequência.

Comparando-se os resultados dos custos diário, mensal e anual com a compra de água e da despesa com a implantação do SAAC, verificou-se que com o dinheiro aplicado na compra de água, é possível instalar quase dois SAAC. Deve-se lembrar que a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e disserta que toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Pará (FAPESPA) pelo apoio financeiro que deram condições ao desenvolvimento destas pesquisas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asa Brasil. P1MC, 2007. Disponível em: http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=1150. Acesso em: 06/01/2012.

Azevedo, James Ribeiro de. Tipologia do sistema de manejo de açaizais nativos praticado pelos ribeirinhos em Belém, estado do Pará. Belém: UFPA. 2005.113p. Dissertação de mestrado.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2011.

Gonçalves, Cristiane da Costa. Aproveitamento de água da chuva em área rural na Amazônia. Estudo de caso: ilha grande e Murutucu, Belém-Pará. Belém: UFPA. 2012.151p. Dissertação de mestrado.

Gnadlinger, Johann. O Programa Uma Terra- Duas Águas (P1 + 2) e a Captação e Manejo de Água de Chuva. In: 5º Simpósio brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina, PI, 2005.p.6.

Mapas do Cadastro Ambiental Rural. Disponível em: http://monitoramento.sema.pa.gov.br/simlam/. Acesso em: 30/10/2011.

Oliveira, D. R. C. Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia. Belém, Universidade Federal do Pará: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2009. Projeto: MCT/CNPq/CT-HIDRO n. 21.

A IMPORTÂNCIA DAS CISTERNAS DO P1MC NA VIDA DAS MULHERES DO CARIRI PARAIBANO[1]

Vanessa Belmiro dos Santos[2], Jardelle Ridelly de Oliveira Santos[3] & Edgard Afonso Malagodi[4]

INTRODUÇÃO

O Programa P1MC tem representado uma conquista para a população da região semiárida nordestina, em particular para as mulheres. A construção de cisternas de placas, que funcionam como tanques de captação e armazenamento da água da chuva proporciona às mulheres a possibilidade de melhores condições de vida.

No contexto da nossa sociedade de modelo tradicionalmente patriarcal, especificamente nas áreas rurais do Nordeste brasileiro, as mulheres são subordinadas e basicamente, designadas à esfera doméstica, ou seja, aos cuidados da família. Entendendo que esta é uma realidade das mulheres do nosso Cariri, buscamos verificar de que forma as cisternas do P1MC contribuíram para o seu cotidiano e de seus familiares.

Este trabalho compreende uma apresentação preliminar dos dados coletados durante a pesquisa "Avaliação do desempenho do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) quanto à sustentabilidade e resiliência no Semiárido nordestino", dando enfoque ao gerenciamento da água da cisterna pelas mulheres dos municípios de Barra de São Miguel e Caraúbas, localizadas na região do Cariri Paraibano.

Para análise da condição de vida das famílias, inclusive àquelas chefiadas por mulheres após a chegada das cisternas, utilizamos como instrumentos de coleta de dados aplicação de questionários, roteiro de entrevistas e registros de imagens.

CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

Barra de São Miguel está localizada na microrregião do Cariri Oriental do estado da Paraíba, com uma área territorial de aproximadamente 600 km². De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no ano de 2009 sua população era estimada em mais de 5.600 habitantes. E conforme o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) de 2000, sua colocação é de 0,613 no IDH (Índice de Desenvolvimento Humano). O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8mm. Os principais pontos de acumulação de água são os açudes: Riacho do Baixinho, Riacho de Santo Antônio e o Açude Público Epitácio Pessoa ou Açude do Boqueirão (450.424.550 m³)[5].

Assim com Barra de São Miguel, o município de Caraúbas também encontra-se na microrregião do Cariri Oriental da Paraíba, com uma população de aproximadamente 3.900 habitantes (IBGE, 2010), distribuídos nos 446km² da região. Seu IDH é de 0,623. Caracterizada pelo clima do semiárido, com uma vegetação composta por caatinga, Caraúbas está inserido predominantemente na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja[6].

SITUAÇÃO SOCIAL

Existe na região pesquisada, um conjunto de equipamentos sociais voltados para o desenvolvimento social, econômico, político e cultural. Existe uma rede de educação e saúde básica para atender as demandas da população.

[1] Projeto Financiado pelo CNPq/ CT- Hidro (Processo nº 021/2009) Pesquisa: "Avaliação do desempenho do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) quanto à sustentabilidade e resiliência no Semiárido nordestino.". Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais/ Universidade Federal de Campina Grande. Coordenação Prof. Dr. Edgard Afonso Malagodi
[2] Mestranda em Ciências Sociais pela UFCG/PB, 58429-140. vanessa_belmiro@ig.com.br
[3] Mestranda em Ciências Sociais pela UFCG/PB, 58429-140. ridelly1987@yahoo.com.br
[4] Doutor em Ciências Sociais. Professor- Titular do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais / emalagodi@uol.com.br
[5] Informações obtidas no site: http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/BARR024.pdf
[6] http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/paraiba/relatorios/CARA053.pdf

As mulheres entrevistadas se apresentaram como donas de casas além de agricultoras. Cultivam em sua maioria produtos como feijão, milho, macaxeira, batata, jerimum além da criação de animais como caprinos e equinos, galinhas, entre outros.

Entretanto, no que se diz respeito ao acesso à água, a população busca auxílio em açudes e barragens, além de contar com a iniciativa do poder público no fornecimento de água através de carros pipas. Mas em tempos de seca esse abastecimento não é suficiente para garantir boas condições de saúde e de vida. Desde 2003, através do "Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Programa Um Milhão de Cisternas Rurais" implementado a partir da mobilizações de centenas de organizações sociais ligadas à ASA (Articulação no Semiárido) foi iniciado o programa que até o ano de 2011 já beneficiou mais de 620 famílias nos dois municípios pesquisados, sendo 331 em Barra de São Miguel e 292 em Caraúbas[3].

OS CUIDADOS COM A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA CISTERNA

Entre as comunidades pesquisadas a realidade das mulheres não é diferente. A elas são atribuídos os cuidados com a casa e com os filhos. Como sabemos, a água é um recurso essencial para a manutenção de uma casa e a cisterna possibilita às mulheres a facilidade no acesso da água para beber e cozinhar.

No que tange ao tratamento da água retirada da cisterna, as mulheres contam com a orientação e o apoio das organizações e das Agentes Comunitárias de Saúde (ACS) que são funcionárias do poder público municipal, responsáveis pelo acompanhamento das famílias no quesito saúde. De acordo com a recomendação do programa P1MC o tratamento da água deve ser feito fora da cisterna. Esta deve estar devidamente limpa, pintada de preferência de cor branca, e longe de galinheiros e currais e de fossas. Recomenda-se pingar duas gostas de hipoclorito (cloro) em cada litro de água colocada em potes e filtros, dentro de casa. Após a adição do cloro à água de beber deve-se aguardar um período de trinta minutos antes do consumo. Contudo, nas entrevistas encontramos diversas medidas, diferentes da recomendada pelos agentes de saúde. Já aquelas que não fazem tratamento por cloração, são orientadas a ferver a água ou fazer a sua filtração que em geral é feita com filtro de barro com velas.

AVALIAÇÃO DOS DADOS

Em Barra de São Miguel foram aplicados 15 questionários entre as comunidades de Riacho Fundo, Caraibeira, Cachoeira, Floresta, Pata, Canudos, Tatu. A maior parte das pessoas entrevistadas foram mulheres com idades entre 18 e 70 anos. Elas informaram que utilizam a cisterna para armazenar a água de beber e de cozinhar, além de outros usos, e afirmaram serem as responsáveis pelo tratamento da água seja por filtração ou por cloração.

Em Caraúbas, analisamos 13 questionários que foram aplicados nas comunidades de Curimatans, Ponta de Serra, Coró, Salinas e Passagem. Neste município, assim como em Barra de São Miguel, na maioria dos casos entrevistados, as mulheres também são responsáveis pelo tratamento da água seja na cisterna e/ou no pote.

As mulheres entrevistadas informaram que com a chegada das cisternas não era mais preciso carregar água de longe, de açudes e cacimbas, localizados e kilômetros de distância de suas casas. Além de tempo, as mulheres economizaram esforço físico para terem acesso à água. Embora nas entrevistas algumas famílias afirmem conhecer o programa P1MC, em sua grande maioria não sabe informar os objetivos deste programa nem seus financiadores.

Constatamos ainda que as mulheres que responderam aos questionários afirmaram que participaram das reuniões realizadas pelas organizações parceiras do programa, enquanto seus companheiros ficaram responsáveis por ajudar na construção das cisternas, seja cavando o buraco, seja fazendo massa e enchendo as formas. O aspecto que merece destaque é a participação da família na construção da cisterna, e não apenas uma simples doação de fora.

CONCLUSÃO

A partir da análise dos dados concluímos que o Programa Um Milhão de Cisternas se apresenta enquanto uma alternativa para muitas famílias que convivem com o clima semiárido nordestino. A possibilidade de se ter água de boa qualidade para o consumo humano durante quase o ano todo já é uma realidade no Cariri, que foi possibilitada graças à mobilização e iniciativa da sociedade civil organizada que chamou para discussão o poder público, para que a situação das famílias do semiárido nordestino fosse encarada de forma diferenciada, questionando o conceito utilizado por tantas décadas de "combate à seca" que demandaram políticas públicas inapropriadas e ineficientes para as gerações passadas.

No que tange à ação das mulheres há um avanço enorme, pois as mesmas ficam livres do penoso trabalho de "botar água" dentro de casa. No entanto, seu papel é redefinido: são elas que cuidam da filtração e cloração da água. Nessa medida, pode-se concluir que a continuidade e o aprofundamento do programa deveriam ter conta a necessidade de dotar as mulheres de maiores conhecimentos sobre o uso do hipoclorito e os demais cuidados com a água.

O ACESSO À ÁGUA NO MUNICÍPIO DE BARRA DE SÃO MIGUEL/PB: AUSÊNCIA DE RECURSOS OU NEGLIGÊNCIA?

Renato Cristiano Lima Barreto[1], Edgard Afonso Malagodi[2] & Leonardo Barbosa Silva[3]

A seca no Nordeste é uma problemática secular que já despertou estudos dos mais variados tipos, seja por historiadores, sociólogos, ambientalistas, engenheiros, entre outros. O debate acerca desta problemática gira em torno de questões que vão desde exploração maliciosa da situação da seca por alguns políticos até o aprimoramento de técnicas e o arranjo de incentivos para melhorar convivência com as adversidades climáticas e ambientais da região. Mesmo se tratando de uma questão secular, a problemática da seca ainda carece fortemente de intervenções de políticas públicas que foquem a melhoria de vida do homem Nordestino, sobre tudo o homem do campo, principal vitima não da seca, mas sim da insuficiente intervenção de políticas publicas que resguarde o ser humano das principais adversidades ambientais e climáticas típicas de uma região. Nesse sentido merece atenção o Município de Barra de São Miguel – PB em especial ao distrito Floresta.

CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

Barra de São Miguel, município no estado da Paraíba (Brasil), localizado na microrregião do Cariri Oriental. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no ano de 2009 sua população era estimada em 5.624 habitantes. Área territorial de 595 km².

O município encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, na região do Alto Paraíba e tem como principais afluentes, o Rio Paraíba e os riachos da Mata, Arapuá, Caraibeiras, Quixaba, da Cachoeira, Canudos, Chocalho, Bolão, das Varas, Doce, do Mulungu, da Barra, São Francisco, do Boi, do Meio, de Santo Antonio, das Almas, Santana, do Brejinho, do Jaques, do Mel, do Baixinho, das Almas e do Poço, todos de regime intermitente. Conta ainda com os açudes Riacho do Baixinho, Riacho de Santo Antônio e o Açude Público Epitácio Pessoa.

Como podemos ver, esse município corresponde a uma zona de fronteira com um dos principais açudes do Estado da Paraíba, ou seja, o Açude Público Epitácio Pessoa também chamado de Açude de Boqueirão, que por sua vez é responsável pelo abastecimento de varias cidades, a exemplo do município de Campina Grande – PB cuja população gira em torno de 500 mil habitantes.

Ao realizar uma visita técnica nesse município para aplicar alguns questionários e coletar dados para o projeto "Avaliação do desempenho do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC)[4] quanto à sustentabilidade e resiliência no Semiárido nordestino", tivemos a oportunidade de visitar o distrito de Floresta, cuja população gira em torno de 300 famílias. O distrito tem sua importância econômica sustentada no plantio de Bananas, Pimentão, Tomate entre outros. A população deste vilarejo não conta com o abastecimento e distribuição de água tratada, mesmo estando situadas as margens de um dos maiores açudes públicos do Estado da Paraíba.

DE ONDE VEM A ÁGUA DE BEBER E DE ONDE VEM A ÁGUA DO GASTO?

Primeiramente é importante destacar que entendemos por água do gasto aquela usada na higiene pessoal e na limpeza da casa. Adiantando alguns dados brutos da nossa pesquisa constatamos que algumas famílias

[1] Licenciado em Ciências Sociais pela UFCG. Bacharelando em Ciências Sociais – UFCG.CEP: 58414-140. Tel.: 0055-83-9654-8944. E-mail: limabarretoufcg@hotmail.com
[2] Edgard Afonso Malagodi – Prof. Dr. em Ciências Sociais- UFCG
[3] Graduando em Economia- UFCG. leosilvab2009@hotmail.com
[4] Projeto de Pesquisa "Avaliação do desempenho do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) quanto à sustentabilidade e resiliência no Semiárido nordestino." Edital MCT/CNPq/ CT- Hidro nº 021/2009. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais/ Universidade Federal de Campina Grande. Coordenação Prof. Dr. Edgard Afonso Malagodi

foram beneficiadas com a recente construção de cisternas do "P1MC" cujos benefícios estão sendo esperados juntamente com as chuvas deste ano de 2012. O uso da água das cisternas do "P1MC" pelas famílias é predominantemente para beber e cozinhar. Nesse sentido, é uma questão que merece bastante reflexão levando-se em conta as famílias que tem cisterna como também as que não possuem: De onde vem a água de gasto de Floresta?

Essa pergunta a primeira vista parece ingênua aja vista que já foi dito anteriormente que o município de São Miguel – PB e conseqüentemente seu distrito Floresta ficam as margens do imponente Açude de Boqueirão. Esta realidade no faz relatar uma contradição gritante que acomete a população desse distrito que mesmo morando as margens de Açude Público contam apenas com o abastecimento de água privado e administrado por um "empresário" do município.

A captação da água altamente poluída as margens do açude com resquícios de agrotóxicos que escorrem das plantações vem acarretando inúmeros problemas de saúde para as populações ribeirinhas que consomem essa água sem o devido tratamento. Portanto, a construção de grandes açudes não resolve o problema da população rural em relação ao acesso à água de boa qualidade, mesmo aquelas concentradas em comunidades à beira do açude.

MAXIMIZANDO O ACESSO E A CAPTAÇÃO DA ÁGUA

Nesse cenário questiona-se não a ausência de água, mas sim a dificuldade do acesso à água, é de suma importância enfatizar a necessidade de dedicar maior atenção aos métodos de captação e aos cuidados de gerenciamento dos recursos hídricos. No caso específico do distrito Floresta a justificativa do problema não está na escassez de recursos hídricos, mas sim na escassez de iniciativas que minimizem o sofrimento da população com seu ambiente. O fornecimento privativo de água para um distrito que localiza-se vizinho a um Açude Público não reflete somente o descaso do Estado para com seu patrimônio, pois o que está em jogo é a saúde e as condições ambientais da região. O saldo dessa questão está estritamente ligado aos inúmeros casos de câncer, doenças de pele, entre outros problemas de saúde típicos de regiões onde a água é consumida seja para higiene pessoal seja para beber sem receber nenhum tratamento sanitário adequado.

Outra alternativa comum de captação de água são os poços artesianos. Porém a água extraída é uma água salobra ou salina, exigindo a montagem de dessalinizadores para tornar a água própria pra o consumo, o que é caro e de difícil gestão. Então a solução é captar a água da chuva, pois o armazenamento dessa água através de cisterna é um método barato e de fácil compreensão pelas famílias. E pode se tornar bastante eficiente quando cada família puder ter a sua cisterna.

CONCLUSÃO

A cisterna de placa construída com a participação das famílias é a solução para se ter água de boa qualidade para o consumo da família**,** de forma que as famílias beneficiadas com as cisternas podem consumir água de beber com qualidade e segurança, pois o tratamento da mesma dependerá essencialmente de sua consciência. Mas é preciso admitir que a estiagem de chuvas nem sempre é responsável pelo sofrimento do homem do campo em relação a convivência com sua região. É preciso avançar no diagnóstico e perceber com atenção as necessidades do nosso povo, a partir daí conseguiremos pensar e gerenciar nossos recursos com responsabilidade e avançar em políticas de captação e armazenamento garantindo para as famílias não só a qualidade da água de beber mais também qualidade da água de uso (Higiene pessoal, por exemplo). A seca não pode ser determinante, o que deve ser determinante é a forma que encaramos e enfrentamos as adversidades de cada ambiente.

EXPERIÊNCIA DE USO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA REMOVÍVEL NO SEMIÁRIDO BAIANO

Tibério S. M. da Silva[1], Eugênio Ferreira Coelho[2] & Marcelo Romano[3]

INTRODUÇÃO

A colheita de água de chuva tem sido uma técnica popular em muitas partes do mundo, especialmente em regiões áridas e semi-áridas (Gnadlinger, J 2000). O surgimento das técnicas de colheita de água de chuva perde-se na noite dos tempos uma vez que existem resquícios de vários sistemas de armazenamento de água em vários locais da Terra, em diferentes épocas e culturas. Schemenauer (2012) membro da fundação canadense Fog Quest apresentou uma superfície em forma de rede disposta verticalmente e que coleta a água do orvalho acumulando-a em reservatórios, no Nepal com este sistema foi possível acumular 500 litros de água por dia. Na literatura não foram encontradas muitas referências para o tema que intitula este trabalho, as poucas encontradas mostram estruturas frágeis que não resistem ao vento feitas de bambu (Cordoval, L.,2010) ou extremamente simples porém com reduzida área de captação (Burt, M. & Keiru, B., 2009). O esforço presente restringe-se a demonstrar a viabilidade operacional da cobertura de lona removível para captação de água de chuva visando a subsistência humana e restrita produção vegetal ou animal.

JUSTIFICATIVA

As casas na região nordeste são geralmente pequenas, segundo Cavalcante ET AL (2005) a área de cobertura das casas é em média de 40 m² inviabilizando a captação de volumes acima de 20 m³, principalmente em anos com pluviosidade menor que 400 mm fato recorrente naquela região. A cobertura com lona de polietileno removível na temporada de estio é uma alternativa para elevar a capacidade de captação de água de chuva a baixo custo e possibilitar o armazenamento de volumes acima de 40 m³ que podem ser distribuídos em mais de uma cisterna. Certamente a técnica da lona removível na temporada de estio é menos custosa do que construir barragens ou transpor rios além de oferecer menor impacto ambiental, além de fornecer água potável de excelente qualidade uma vez que a área de captação não apresenta contato direto com a terra e dejetos de animais por estar posicionada a dois metros de altura do solo. Neste sistema a cisterna é construída sobre a superfície do solo e de preferência na posição mais elevada do terreno garantindo carga hidráulica suficiente para conduzir a água por gravidade ao seu destino final, pois uma das causas de contaminação da água em cisternas é a imersão de baldes sujos dentro da água armazenada. Com a captação da água de chuva o armazenamento é no logradouro das famílias enquanto que as barragens ou obras de transposição de rio atendem somente aos moradores próximos destas estruturas, salvo a condição de bombeamento ou canais de condução que envolve mais custos e normalmente atendem aos agricultores de nível empresarial. O aumento da área de captação de chuva foca a minimização de custo utilizando-se uma lona que é removível no período de estiagem, aliado a isso os agricultores devem ser orientados quanto às técnicas de uso racional da água, sobretudo em irrigação de pequenas hortas e bebedouros para animais de criação.

CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

O município de Cansanção foi contemplado com o projeto da FAPESB para uso de lonas removíveis na época de estio como opção para expandir a área de captação de água de chuva. A área escolhida em cansanção

[1] Analista Embrapa/CNPMF
[2] Pesquisador Embrapa/CNPMF
[3] Pesquisador Embrapa/CNPMF

apresenta LAT -10,9859 e LONG -39,2715; banhada pelo rio Itapicuru. A pluviosidade média daquele município é de 500 mm (SUDENE), portanto inferior a de municípios próximos com 600 a 800 mm de chuva anual. A baixa pluviosidade de Cansanção ocorre talvez em decorrência da topografia microrregional cercada por serras que podem interferir no clima local. O solo da região é pouco intemperizado ocorrendo em várias áreas afloramento de rocha e ocorrência de cascalho. O assentamento onde o trabalho com lonas foi montado está parcialmente situado em uma jazida de ouro. Em decorrência do minério muitas pessoas deixaram a função agrícola para buscar o metal precioso de forma improvisada e com a consequente contaminação do solo e da água por mercúrio. Atualmente uma empresa canadense está explorando a jazida, para os agricultores é impossível competir com uma empresa especializada, no entanto eles precisam de alternativas viáveis para produzir e a captação de água de chuva é uma forma de dar trabalho e produção aos assentados. O rio Itapicuru secou devido a rigorosidade da seca e a água dos reservatórios e cisternas também terminou a única água que chega às comunidades rurais é através de carros pipa, cuja qualidade é duvidosa e ainda onera mais o povo já empobrecido daquela região.

CONCEPÇÃO DO SISTEMA

A primeira preocupação foi a de obter uma estrutura leve, barata e que pudesse ser montada e desmontada com facilidade. O sistema foi financiado com recursos da Fapesb edital. A superfície foi feita com duas lonas de polietileno com exposição de 96 m² totais. As lonas podiam ser enroladas ou desenroladas feito um carretel com facilidade com o fim de serem guardadas na época do estio e não sofrerem deterioração pela exposição às intempéries e poderem ser recolocadas sobre a armação de sustentação com a chegada das chuvas. Conseguimos fazer o esquema de exposição da lona que tivesse a facilidade de remoção quando necessário, porém a estrutura de sustentação continua na forma fixa. A sustentação da superfície de captação foi construída com caibros e barrotes de madeira fixados por prego e arame. A altura máxima de cada coluna foi de 2,3 metros e a mínima de 2 metros formando-se o declive suficiente para condução da água de chuva para a cisterna. Obteve-se com este trabalho uma área de exposição a céu aberto de 96 m².

RESULTADOS ALCANÇADOS

O sistema de lona com 92 m² não foi suficiente para captar a quantidade de chuva que preenchesse metade do volume do reservatório de 25m³ construído ao lado, isso ocorreu certamente à seca rigorosa que assola a região. O desafio que se tem à frente é fazer uma estrutura totalmente removível, barata, que possa ser recolhida com facilidade na época de estio ou transportada para outra cisterna após o enchimento de uma primeira cisterna e também que seja resistente ao vento, pois percebemos que a estrutura feita em Cansanção seria destruída se fosse colocada em um local de flancos abertos sem barreiras protetoras contra a força do vento.

BIBLIOGRAFIA

Cavalcante, N. de B., Brito, L. T. de L., Resende, G. M.; Escassez e desperdício de água de chuva em comunidades do semiárido do nordeste. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de chuva.Teresina, PI. 2005.

Cordoval, L. Varanda plástica. In: http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1684557-4528-2,00.html. Acessado em 10 de junho de 2012.

Gnadlinger, J. Rainwater Harvesting for Household and Agricultural Use in Rural Areas. In: http://www.irpaa.org/colheita/indexb.htm. acessado em 10 de junho de 2012.

M. Burt & B. Keiru, Kenya. Innovative rainwater harvesting techniques for emergencies: Lessons from the field. 34th WEDC International Conference, Addis Ababa, Ethiopia, 2009.

Schemenauer, R. S. Complementary Aspects of Fog, Rain and Dew Collection. In: http://www.irha-h2o.org/files/newsletters/attachments/n31_en/4%20Read%20More%20-%20FogQuest.pdf. Acessado em 10 de junho de 2012.

EXPERIÊNCIA DE ADAPTAÇÃO SISTEMAS DE ÁREAS DE CAPTAÇÃO DE CHUVA REMOVÍVEL RESISTENTE AO VENTO NO SEMIÁRIDO BAIANO

Tibério S. M. da Silva[1], Eugênio Ferreira Coelho[2] & Marcelo Romano[3]

INTRODUÇÃO

A velocidade média do vento medida por estações automáticas do INMET em Irecê e Itaberaba, municípios localizados na região semiárida da Bahia, alcançaram em 2011 valores em torno de 5 m/s com rajadas médias que alcançaram até 13 m/s (INMET). A velocidade do vento naquelas estações é medida a altura de 10 metros do solo, nesta posição o vento é mais forte do que 2,0 metros do solo, porém existem modelos de estimativa da velocidade do vento para qualquer altura a partir de uma medida já realizada (varejão-Silva, 2001). Assim, a velocidade de 5 m. s^{-1} e 13 m. s^{-1} medida a 10 metros de altura quando convertida para 2,0 m de altura fica aproximadamente em 3,7 m. s^{-1} e 9,7 m. s^{-1}, respectivamente. Segundo a escala Beaufort (CPTEC) a velocidade de 9,7 m. s^{-1} é capaz de movimentar grandes galhos e árvores pequenas. O vento é possivelmente a principal dificuldade a ser solucionada na instalação de sistemas de captação por lonas atendendo um baixo custo de implantação, uma vez que existem abrigos cobertos por lonas à beira mar onde os ventos facilmente superam 13,7 m. s^{-1}, porém com custo elevado às condições econômicas do semiárido. Um desafio entre outros neste sistema é conceber um sistema resistente ao vento e com baixo custo. O principal objetivo deste trabalho é demonstrar a viabilidade operacional da cobertura de lona removível para captação de água de chuva visando a subsistência humana e restrita produção vegetal ou animal.

JUSTIFICATIVA

As casas na região nordeste são geralmente pequenas, segundo Cavalcante ET AL (2005) a área de cobertura das casas é em média de 40 m² inviabilizando a captação de volumes acima de 20 m³, principalmente em anos com pluviosidade menor que 400 mm fato recorrente naquela região. A cobertura com lona de polietileno removível na temporada de estio é uma alternativa para elevar a capacidade de captação de água de chuva a baixo custo e possibilitar o armazenamento de volumes acima de 40 m³ que podem ser distribuídos em mais de uma cisterna. Certamente a técnica da lona removível na temporada de estio é menos custosa do que construir barragens ou transpor rios além de oferecer menor impacto ambiental, além de fornecer água potável de excelente qualidade uma vez que a área de captação não apresenta contato direto com a terra e dejetos de animais por estar posicionada a dois metros de altura do solo. Neste sistema a cisterna é construída sobre a superfície do solo e de preferência na posição mais elevada do terreno garantindo carga hidráulica suficiente para conduzir a água por gravidade ao seu destino final, pois uma das causas de contaminação da água em cisternas é a imersão de baldes sujos dentro do volume de água armazenada. Com a captação da água de chuva o armazenamento é no logradouro das famílias enquanto que as barragens ou obras de transposição de rio atendem somente aos moradores próximos destas estruturas, salvo a condição de bombeamento ou canais de condução que envolve mais custos e normalmente atendem aos agricultores de nível empresarial. O aumento da área de captação de chuva foca a minimização de custo utilizando-se uma lona que é removível no período de estiagem, aliado a isso os agricultores devem ser orientados quanto às técnicas de uso racional da água, sobretudo em irrigação de pequenas hortas e bebedouros para animais de criação.

[1] Analista Embrapa/CNPMF
[2] Pesquisador Embrapa/CNPMF
[3] Pesquisador Embrapa/CNPMF

CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

Em Marcionílio Souza a área já foi escolhida, porém o trabalho ainda está no começo, trata-se de um município banhado pelo rio Paraguassu com pluviosidade média de 500 mm (INMET). O município de Marcionílio Souza, observado pelo Google Earth, possui altitude variando em torno de 280 m semelhante a Itaberaba,distante 80 km, cujo município possui uma estação meteorológica automática do INMET. A estação automática de Itaberaba registrou em 2011 velocidade média do vento de 5 m/s com rajadas em torno de 13 m/s.

CONCEPÇÃO DO SISTEMA

A primeira preocupação é construir uma estrutura leve, barata, que possa ser montada e desmontada com facilidade e que seja resistente ao vento. O vento é o principal fator técnico limitante deste sistema, para isso propuseram-se algumas opções como plantar quebra ventos ao redor do sistema, prender cordas nas extremidades da lona de modo a fixa-la no terreno dentre outros. A montagem da estrutura de cobertura está planejada para ser testada com diferentes materiais e formatos. O primeiro sistema foi construído em cansanção, BA com madeira e usando-se pregos e arame para montar a estrutura que ficou com a área de exposição de 96 m², porém observou-se após a montagem que seria arriscado expor aquela estrutura em campo aberto onde os ventos incidem diretamente sem a proteção de anteparos. Assim pensou-se em soluções que viabilizassem a construção de estruturas que fossem resistentes ao vento e a baixo custo. A segunda estrutura será construída em Marcionílio Souza, BA com tubos metálicos – projeto aprovado pelo BNB em 2012 aguardando recurso para começar – Este formato será semelhante a uma tenda de praia com o cuidado de se fixar bem a estrutura no terreno para que o vento não a arranque. Observamos que os feirantes nas feiras livres do interior fazem a mesma coisa só que com áreas de exposição menores e protegidas do vento laterais pelas paredes das casas, assim pensou-se em construir estruturas semelhantes àquelas, porém com algumas adaptações. A primeira delas é ancorar a estrutura ao solo com piquetes feitos de madeira; a segunda medida é alongar a lona até o solo ou por uma paliçada de gravetos do lado da estrutura onde ocorre a maior incidência de vento evitando-se que o mesmo passe por debaixo da lona e a impulsione para cima arrancando-a de seus pontos de fixação; a terceira é construir o sistema próximo de alguma vegetação que atenue a velocidade do vento. Um terceiro tipo de estrutura será construído com tubos de PVC preenchidos com concreto, projeto aprovado pela FAPESB em 2012 cujo recurso foi liberado em maio. A idéia é que Tubos PVC de esgoto de 75 mm sejam utilizados como guia da coluna que será preenchida com um caibro de mesmo comprimento do tubo e concreto, antes do preenchimento o tubo será enterrado verticalmente a 40 cm de profundidade no local definitivo da coluna. A altura máxima de cada coluna será de 2,3 metros e a mínima de 2 metros formando-se o declive suficiente para condução da água de chuva para a cisterna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cavalcante, N. de B., Brito, L. T. de L., Resende, G. M.; Escassez e desperdício de água de chuva em comunidades do semiárido do nordeste. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de chuva.Teresina, PI. 2005.

WWW.INMET.GOV.BR

http://www.cptec.inpe.br/

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e climatologia. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia- Ministério da Agricultura. 2001. 515 p.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

RESIDÊNCIA ECOEFICIENTE COM FOCO NA CAPTAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA[1]

Viviane Farias Silva[2], Aline Costa Ferreira[3], Denise de Jesus Lemos Ferreira[3], Sidcley Ferreira de Castro[4], José Geraldo de Vasconcelos Baracuhy[5] & Vera Lúcia Antunes de Lima[6]

Resumo: Este trabalho teve o objetivo de construir uma residência autossustentável possuindo um grande potencial de captação de água da chuva e estratégias de reuso da água que circula na própria residência. O projeto foi desenvolvido no município de São José de Sabugi situado na microrregião do Seridó Ocidental no Estado da Paraíba. Para início das atividades de construção da residência realizou-se uma consulta aos futuros proprietários, com vários modelos de casas, para que a escolha fosse a que mais se adaptasse aos costumes locais. A residência conta com instalações hidrossanitárias previamente projetadas para o reuso de água e o aproveitamento das águas provenientes da chuva para a cisterna de placas, sendo projetada de maneira que preserve o meio ambiente visando uma melhor gestão dos recursos hídricos. A partir dos resultados, pode-se verificar que a casa superou as expectativas dos pesquisadores por se tratar de uma residência ecologicamente correta em todos os aspectos e apresentar resultados de funcionabilidade semelhante ou melhor do que as construções de casas convencionais, com um atributo impar por não agredir o meio ambiente.

Palavras-chave: meio ambiente, água, reuso.

INTRODUÇÃO

A água por ser um recurso ambiental tem inestimável grandeza, sendo essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem-estar social. A quantidade de água que se encontra na natureza não muda, ou seja, permanece constante. Entretanto, a poluição e contaminação desse recurso provoca diminuição progressiva do volume de água potável disponível para consumo.

O Brasil possui uma das maiores bacias hidrográficas do mundo, a bacia do Amazonas, que cobre mais da metade do território brasileiro. Segundo Tucci (2001) a bacia amazônica abrange uma área de 6,5 milhões de km^2, drenando águas de seis países além do Brasil. Enquanto a região Amazônica têm índices pluviométricos em cerca de 2000 mm, no semiárido pode-se chegar a precipitação inferiores a 500 mm.

O semiárido é uma região que sofre com as frequentes secas prolongadas que castigam milhares de pessoas, sendo necessário criar estratégias para conviver com esse fenômeno natural. Para isso se tornar possível é imprescindível o uso de tecnologias viáveis e eficazes, focando a captação e armazenamento da água.

A reutilização de água doméstica surge como uma opção que cada vez mais vem sendo praticada no intuito de harmonizar a relação de demanda e oferta de água e que constantemente vem apresentando tecnologias avançadas e apropriadas para seu emprego.

Moreira (2001) destaca a importância do incentivo da prática do reuso em regiões de escassos recursos hídricos, por ser uma alternativa de fonte de suprimento de água proporcionando a liberação da água disponível, para outros fins evitando o lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgoto em corpos d'água.

De maneira geral, as residências na região semiárida, assim como nas demais regiões do Brasil são construídas de modo convencional, agredindo o meio ambiente e sem maiores preocupações com o seu potencial de captação de água da chuva. A residência ecológica é uma tecnologia que busca a convivência harmônica do

[1] Projeto Financiado pelo CNPq/CT-HIDRO
[2] Graduanda em Engenharia Agrícola. Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola/UFCG, Campina Grande, PB.58429-140. Fone: (83)2101 1000, email: flordeformosur@hotmail.com
[3] Engenheira Agrícola, Doutoranda em Eng. Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande
[4] Engenheiro Civil
[5] Engenheiro Agrônomo, Professor da Universidade Federal de Campina Grande, LICTA/CTRN
[6] Engenheira Agrícola, Professora da Universidade Federal de Campina Grande, LICTA/CTRN

homem com o meio ambiente, tendo em vista que no processo construtivo uma das principais finalidades é a máxima captação de água da chuva.

Portanto, este trabalho teve o objetivo de construir uma residência autossustentável possuindo um grande potencial de captação de água da chuva e estratégias de reuso da água que circula na própria residência.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no município de São José de Sabugi localizado no Estado da Paraíba, com uma área territorial de 215,4 km^2 (BELTRÃO et. al., 2005). O projeto foi fruto de uma parceria da Universidade Federal de Campina Grande como executora e o CNPq/CT-HIDRO como financiador do projeto.

O município de São José do Sabugi está situado na microrregião do Seridó Ocidental da Paraíba o clima da região é classificado segundo a classificação de Köeppen, como do tipo BSh', isto é, semiárido.

Para início das atividades de construção da residência realizou-se uma consulta aos futuros proprietários, com vários modelos de casas, para que a escolha fosse a que mais se adaptasse aos costumes locais.

A residência abrange uma área de 56,6 m^2, consisti em uma obra que requer menor custo quando comparada as construções tradicionais, sendo projetada de maneira que preserve mais o meio ambiente visando o menor impacto ambiental e uma melhor gestão dos recursos hídricos. Foram empregadas tecnologias como do tijolo "solocimento", além disso, a casa foi construída com um pé direito mais alto que o usual com o intuito de melhorar a ambiência no que diz respeito ao fator temperatura.

A cisterna de placas construída na residência, para a captação de águas dos telhados foi de 21.000 litros, ou seja, 21m^3. A cisterna foi posicionada de forma estratégica na parte superior do terreno próximo a casa, com o intuito de abastecer por gravidade a residência até metade do volume da mesma. Dessa forma, dispensa o uso de bombas ou o contato direto com a cisterna, podendo-se captar a água em dois pontos, tanto dentro da cozinha como na lateral da casa, tornando as atividades rotineiras mais práticas.

O telhado da casa foi projetado em forma de delta com inclinação e quedas d'água favorecendo a máxima captação da água da chuva, chegando a coletar quase que 100% de toda a água que caia sobre o mesmo, indo direto para a cisterna construída do lado da casa. A área de captação da água das chuvas na casa possui 65,62 m^2 que compreende a área da casa (56,6 m^2) mais o beiral (9,01 m^2).

A instalação da lavanderia foi realizada na área externa da casa para melhor aproveitamento das águas, com um tratamento simples de todas as águas residuárias da lavagem de roupas. Construída no ponto mais alto e próximo da casa, a lavanderia foi projetada com um sistema de tanque com três divisórias: a primeira em forma de labirinto com areia lavada para conter os saponáceos existentes nas águas servidas; a segunda como ponto de decantação de possíveis impurezas remanescentes do primeiro tratamento; e por fim um terceiro tanque que serve de reservatório para a destinação das águas para à caixa de descarga. Feito o tratamento primário, a água sai por gravidade até a descarga sanitária que por sua vez, dispõe de dois registros em que, dependendo da disponibilidade, os usuários o acionam com água limpa, vindo do reservatório superior (caixa d'água), ou do terceiro tanque do tratamento de águas da lavanderia.

O reaproveitamento das águas residuárias oriundo do chuveiro, pia do banheiro e da cozinha foi destinada para o reuso na agricultura familiar através de canteiros de infiltração. Todo o afluente foi direcionado até o filtro passando antes por uma caixa de gordura direcionada para um canteiro de infiltração composto por uma vala de 50 cm de profundidade, uma tubulação de cano 100 mm em PVC com furos ao longo do seu comprimento, revestida de britas e areia, para facilitar a distribuição e melhorar a infiltração do efluente no solo. Partindo desse princípio continua-se aproveitando toda a água residuária produzida nas atividades domesticas diárias da residência.

No reuso do efluente da descarga é realizado um tratamento através de um filtro anaeróbio com um processo trifásico. O efluente é direcionado para uma vala semelhante ao tratamento dos efluentes vindos da cozinha e

banheiro, passando por uma vala de 50 cm de profundidade, uma tubulação de cano 100 mm em PVC com furos ao logo do seu comprimento, revestida de britas e areia, para facilitar a distribuição e melhorar a infiltração do efluente no solo. Com isto consegue-se potencializar ao máximo todos os efluentes produzidos na residência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi construído um sistema de tratamento (Figura 1) das águas provenientes da lavandeira e pia para reuso na descarga economizando água de qualidade. O esgoto proveniente da descarga passa por um sistema de tratamento (Figura 2) para ser utilizado na irrigação da agricultura. É interessante o uso deste efluente na irrigação de fruticultura e forragens para os animais, pois mesmo após o tratamento a água não é recomendada como própria para irrigar hortaliças. O efluente é rico em nutrientes para as plantas o que além de diminuir os gastos em relação à água também reduz gastos com o adubo.

Figura 1. Sistema de tratamento de água da lavanderia para reuso na descarga

Figura 2. Tratamento dos afluentes da descarga

Na Figura 3, verifica-se o início da escavação para a construção da cisterna de placas na sequência observa-se a Figura 4 com a cisterna quase concluída apenas na fase de acabamento.

A cisterna de placas construída na residência ecológica tem capacidade de armazenamento de água das chuvas é de 21.000 litros, tendo capacidade de armazenamento superior as cisternas de placa convencionais (16.000 litros). Considerando que a cisterna esteja cheia após o período chuvoso, ela terá volume suficiente para oferecer 57,5 litros de água/habitante dia durante todo o ano. E como o telhado da casa tem uma área de captação da água das chuvas é de 65,62 m^2 seria necessária uma chuva de 320 mm para preencher o volume total da cisterna.

Desse modo, é possível verificar que a cisterna é uma tecnologia de grande importância e economicamente viável para ser implantada em regiões que sofrem com escasses de água, pois permite a reservação da água garantindo a disponibilidade de água para os moradores da casa durante todo o ano.

A lavanderia já concluída (Figura 5) com o sistema de tratamento primário de efluentes. O prévio tratamento das águas que antes eram lançadas diretamente no solo ou encaminhada ao esgoto comum, é reutilizada após

Figura 3. Início das escavações da cisterna de placa

Figura 4. Acabamento da cisterna de placa

um tratamento nas descargas reduzindo o consumo de água de qualidade principalmente em regiões que sofrem com a seca.

Na Figura 6 nota-se que a residência foi concluída com sucesso onde todas as expectativas foram superadas. A inclinação do telhado propiciando uma maior captação de água, a calha foi colocada em torno de toda a casa e direcionada para a cisterna.

Figura 5. Lavanderia pronta com sistema de tratamento primário de efluentes

Figura 6. Residência concluída com cisterna acoplada

A residência ecológica construída com arquitetura particular contribui para o melhor aproveitamento dos recursos hídricos, que funcionam na casa de duas formas: captação da água da chuva pelo telhado via calhas indo direto pra cisterna (água potável) e o reuso da água (água de qualidade inferior) onde ela é reutilizada após passar por um sistema simples de tratamento.

CONCLUSÕES

A casa ecológica superou as expectativas dos pesquisadores por se tratar de uma residência ecologicamente correta em todos os aspectos e apresentar resultados de funcionabilidade igual ou melhor do que as construções de casas convencionais, com um atributo impar por não agredir o meio ambiente

A arquitetura da casa ecológica com o telhado em forma de delta contribuiu grandemente para o melhor aproveitamento das águas das chuvas que nessa região são espaçadas de forma irregular espacialmente e temporalmente.

A cisterna apresentou padrões melhores que as construções convencionais por armazenar maior quantidade de água, disponibilizando assim, uma maior quantidade de água por habitante.

A tecnologia de reaproveitamento das águas usadas na casa é um fator importantíssimo já que estamos trabalhando com a região semiárida. O reuso feito a partir de um sistema relativamente simples, viabiliza água para irrigação de culturas garantindo produção das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beltrão, A. B; Morais, F; Mascarenhas, J. C; Miranda. J. L. F; Souza de Junior, L. C; Mendes, V. A. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por á gua subterrânea. Diagnóstico do municí pio de Sã o José do SabugSão José do Sabugi, estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

Moreira, M. D. D. Reciclagem de Águas Servidas em edifícios Residenciais e Similares. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. 2001.

Tucci, C. E. M. Gestão da água no Brasil. Brasília: UNESCO, 2001.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

IMPLANTACÂO DE BARRAGEM SUBTERRÂNEA E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA SEMIÁRIDA DO RIACHO JACU, SERRA TALHADA-PE

Victor Casimiro Piscoya[1], José Ramon Barros Cantalice[2], Yuri Jacques Agra Bezerra da Silva[3], Moacyr Cunha Filho[4] & Vicente de Paula Silva[5]

Resumo: No semiárido brasileiro se faz necessário o uso de alternativas para o melhor aproveitamento da água, sendo as barragens subterrâneas uma dessas alternativas. O objetivo dessa pesquisa foi investigar o comportamento da CE da água de irrigação, umidade do solo e vazão da bacia hidrográfica do riacho Jacu a partir da instalação de uma barragem subterrânea até o período de dois anos agrícolas. Foram monitoradas as seguintes características químicas da água de um poço amazonas pertencente à estrutura física da barragem subterrânea: CE, pH, RAS, e íons solúveis: Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, $CO3^{—}$, $HCO3^{-}$e Cl^{-}. Foram avaliadas também as vazões ocorridas entre dezembro de 2009 a maio de 2011. Com o decorrer das estações de chuva e seca durante os dois anos agrícolas, a CE reduziu para classe de salinidade C1. A elevação das vazões no ano de 2011 aumentou a umidade do solo e reduziua CE. A RAS da água da barragem passou de S2, com perigo de acumulação de sódio para S1, sem perigo de sodicidade, no fim do período de avaliação.

Palavras-chave: Qualidade da água de irrigação, sazonalidade da condutividade elétrica, semiárido.

INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro, as bacias e micro bacias rurais são exploradas apenas nas épocas das chuvas (agricultura de sequeiro), com pouco uso de tecnologia, e com as chamadas culturas de subsistência: feijão macassar, milho, sorgo, mandioca entre outros, de baixíssimo valor agregado, aliadas à pecuária extensiva. Uma alternativa tecnológica para aumentar a disponibilidade de água na zona semiárida do Nordeste do Brasil é a barragem subterrânea, que pode ser uma alternativa para incrementar a produtividade agrícola, em pequenas e médias propriedades rurais, principalmente nas que não dispõem de água para uso em irrigação convencional (Brito et al., 1999; Silva et al., 2001). O monitoramento da qualidade da água é uma das ferramentas para o desenvolvimento sustentável no fornecimento de informações importantes para a gestão da água (Jalali, 2009).

A classificação da água de irrigação, proposta pelos técnicos do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, baseia-se na condutividade elétrica da água de irrigação (CE) e na Razão de Adsorção de Sódio (RAS) como indicadores de perigo de salinização e "ou alcalinização do solo. Faz-se necessário acrescentar também, que esta classificação obedece ao Nomograma para classificação das águas para irrigação proposto por Richards (1954). Quanto ao perigo de salinização do solo, as águas de irrigação são agrupadas em quatro classes conforme classificação de água para irrigação descrita no Handbook 60, U.S. Dept. of Agriculture, citado por Richards (1954), em função da condutividade elétrica ou concentração total de sais solúveis: C1: água com salinidade baixa (CE de 0 a 0,250 dS m^{-1} a 25 °C); C2: água com salinidade média (CE de 0,250 a 0,750 dS m^{-1} a 25 °C); C3: água com salinidade alta (CE de 0,750 a 2,250 dS m^{-1} a 25 °C; C4 – água com salinidade muito alta (CE acima de 2,250 dS m^{-1} a 25 °C).

Quanto ao perigo de alcalinização ou sodificação do solo, as águas de irrigação são também agrupadas em quatro classes, conforme sua Razão de Adsorção de Sódio (RAS), isto é, sua potencialidade para provocar dispersão das argilas no solo: S1: água com baixa concentração de sódio (RAS de 0 a 10). Pode ser usada para

[1] Doutor em Ciência do Solo, Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. Email: vcpiscoya@hotmail.com, Telefones:(0xx81)33206277/99125477/
[2] Doutor em Ciência do Solo, Professor Associado do Programa de Pos-Graduacao em Ciencia do Solo /UFRPE, email: cantalic@terra.com.br
[3] Doutorando em Ciência do Solo, Departamento de Agronomia/UFRPE
[4] Doutor em Ciência do Solo, Professor Associado do Programa de Pós-Graduação de Estatística Aplicada e Biometria/ UFRPE
[5] Doutor em Engenharia Civil - Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia Rural/UFRPE

irrigação em quase todos os solos, havendo pequena possibilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável; S2: água com concentração média de sódio (RAS de 10 a 18); S3: água com alta concentração de sódio (RAS de 18 a 26); S4: água com muito alta concentração de sódio (RAS acima de 26).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi monitorar as características químicas da água de irrigação, quanto à salinidade (CE) e sodicidade (RAS) após implantação de barragem subterrânea; umidade do solo; e avaliar os níveis de escoamento superficial da bacia hidrográfica do riacho Jacu em áreas de plantio de sequeiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na bacia hidrográfica do riacho Jacu, região do alto Sertão do Pajeú, ambiente semiárido do Estado de Pernambuco, próxima a serra da Lagartixa, pertencente ao limite municipal entre as cidades de Serra Talhada e Floresta. Na área da bacia hidrográfica semiárida do riacho Jacu predominam Neossolos Flúvicos e Neossolos Litólicos. A área para localização da barragem subterrânea foi selecionada por meio do levantamento planialtimétrico, de acordo com Silva et al. (2007), visando definir o melhor local para alocação dos seus componentes: área de captação, área de plantio e parede da barragem, levando em consideração também a observação da morfologia do depósito aluvial. No início do experimento a área selecionada encontrava-se com restos de matéria seca após colheita de milho.

Para o monitoramento da qualidade de água foram sete amostragens em potes de 500 mL ao longo em três anos, sendo a primeira realizada no poço amazonas por ocasião da implantação da barragem subterrânea em dezembro/2009. Como no ano de 2010 as maiores precipitações pluviométricas só ocorreram no mês de outubro, a segunda e terceira amostragem foram realizadas em janeiro e dezembro de 2010. No ano de 2011, com um período de distribuição melhor das chuvas, as coletas foram realizadas em março, abril e maio de 2011, finalizando com a coleta de uma amostra em fevereiro/2012.

Foram determinados o pH em água, condutividade elétrica e os íons solúveis: cálcio e magnésio por espectrofotometria de absorção atômica; sódio e potássio por fotometria de chama; carbonato e bicarbonato por titulação com H_2SO_4 0,005 mol L^{-1}; cloreto por titulação com $AgNO_3$. Calcularam-se também os valores para relação de adsorção de sódio (RAS) segundo USSL STAFF, (1954).

Para o monitoramento da umidade do solo foram coletadas 10 amostras sendo 5 dentro da barragem e 5 fora da barragem, para posterior obtenção da umidade do solo no Laboratório de Manejo e Conservação do Solo e da Água da UFRPE, de acordo com EMBRAPA (1997). A caracterização física do solo da bacia hidrográfica do riacho Jacu encontra-se na (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização física do solo da bacia hidrográfica semiárida do riacho Jacu

Prof.	Ds	Dp	U	θ	Textura	P
cm	g cm^{-3}		g g^{-1}	cm^3 cm^{-3}		
0- 20	1,14	2,59	0,040	0,046	Franco argilo arenoso	0,559
20 - 40	1,20	2,50	0,072	0,086	Franco argilo arenoso	0,520
40 - 60	1,13	2,66	0,107	0,120	Franco argilo arenoso	0,575
60 - 80	1,17	2,63	0,120	0,140	Franco argilo arenoso	0,555
> 80	1,45	2,63	0,146	0,212	Franco argilo arenoso	0,448

Ds: densidade do solo; Dp: densidade de partícula; U: umidade a base de massa; θ: umidade a base de volume; P: porosidade total

Os dados de precipitação (mm) e vazão (m^3 s^{-1}) foram obtidos da estação automática de registro de dados constituída de um sensor de nível e vazão (Linígrafo). Foram realizadas análises de regressão entre a condutividade elétrica da água da barragem subterrânea com os valores de Vazão e Umidade do solo ao longo das estações anuais, assim como entre os cloretos e a precipitação pluvial, utilizando-se o software Curve Expert 1.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da primeira amostragem realizada, em 09/12/2009, logo após a implantação da barragem subterrânea, houve diferenciação da umidade do solo entre a área de captação da barragem e a área a jusante da barragem. Nota-se que essas diferenças de umidade existem tanto em período seco como no período de chuvas, entretanto, com maior diferença nos períodos secos. Na figura 1 encontra-se o comportamento da umidade do solo entre a área de captação da barragem e a área a jusante da barragem subterrânea, isto é, entre a área interna e a área externa adjacente a barragem. Nota-se pelas barras de erro padrão as maiores diferenças de umidade entre essas duas áreas nos períodos com ocorrência das precipitações pluviométricas, o que demonstra a retenção de água nesse período e, que esse conteúdo de água não foi escoado rapidamente e não se constituíram em descarga liquida não aproveitada da bacia hidrográfica, como ocorreu na área externa a barragem. Por outro lado, nos períodos de ausência ou baixa precipitação ocorrem rápidas perdas de umidade do solo pelo processo da evapotranspiração, que dessa forma, reduz a eficiência da barragem subterrânea.

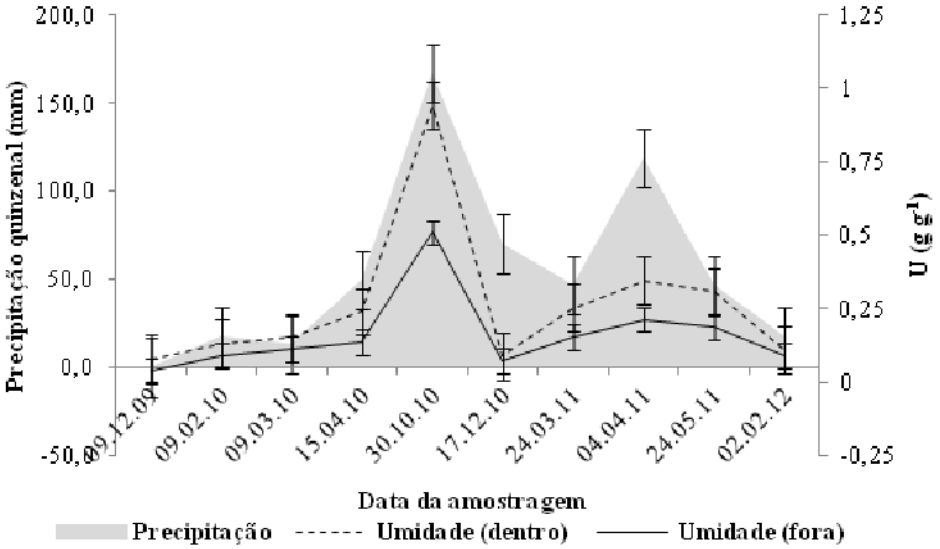


Figura 1. Comportamento da umidade do solo (U - g g^{-1}) dentro e fora da barragem, na profundidade 0-20 cm em função da precipitação (mm)

Em relação à condutividade elétrica observa-se que o pico ocorreu por ocasião da instalação da barragem (Figura 2), mas que depois iniciou uma redução com o aumento da umidade do solo, pelo efeito do barramento, caindo mais acentuadamente em outubro de 2010 quando ocorreram chuvas mais intensas, permanecendo nesses níveis até o fim das observações experimentais. Os níveis de vazões foram baixos desde a implantação da barragem até outubro de 2010, quando então elevaram-se por conta de evento extremo, e em seguida elevaram-se com chuvas mais regulares do ano de 2011, que também determinaram a elevação da umidade do solo e redução da condutividade elétrica (CE).

Esses valores de condutividade elétrica (CE) em regiões áridas e semiáridas muitas vezes entre 1 a 5 dS m^{-1} e, por vezes superiores, ainda são satisfatórias para o gado. As normas australianas recomendam levar em consideração a salinidade das águas para o gado bovino quando excede de 6,6 dS m^{-1} a 10 dS m^{-1} para ovinos, considerando 5,2 dS m^{-1} um limite tolerável para outras espécies animais (Ayers & Westcot, 1999). Os valores para o pH, entre 6,5 – 8,4, foram considerados adequados de acordo com as diretrizes de qualidade de água para irrigação (Ayers & Westcot, 1999).

A CE de 11,30 dS m^{-1}observada em dezembro de 2009 segundo o diagrama de classificação de água para irrigação, citado por Richards (1954) foi classificada como C4, uma vez que se encontra superior a 2,250 dS m^{-1}.

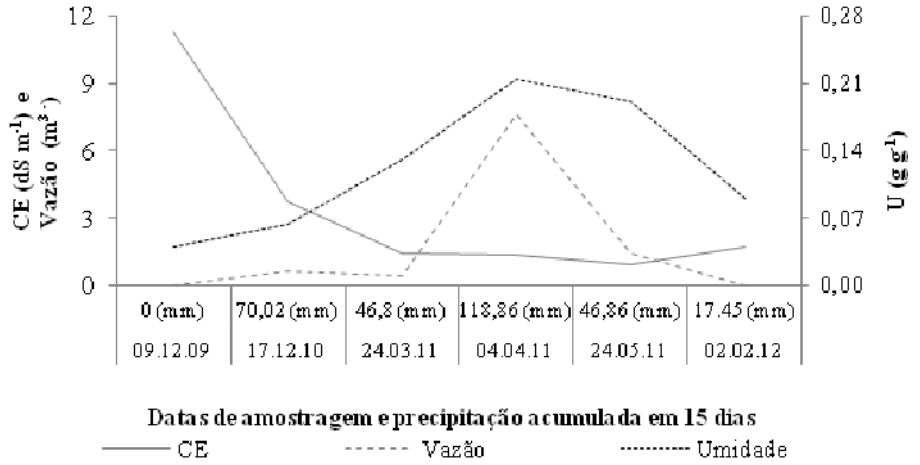


Figura 2. Valores da CE, vazão e umidade do solo em função da precipitação acumulada em 15 dias

Esta elevada condutividade elétrica deveu-se a instalação da barragem, pois a escavação, a movimentação mecânica no perfil do solo e, a instalação da barreira física que consiste a barragem, forçou a translocação e a concentração da água e dos sais do lençol freático no talvegue do riacho, entre a camada de impedimento do fundo do septo e o barramento em um período sem chuvas. Obviamente essa concentração de sais foi otimizada pela condição natural do semiárido de baixas precipitações pluviométricas que são superadas em quantidade pela evapotranspiração, o que favorece a acumulação dos sais no perfil e na superfície do solo (Hanson et al., 1993; Holanda & Amorim, 1997; Ferreira, 2002; Santos,2009). Os valores para o pH, entre 6,5 – 8,4, foram considerados adequados de acordo com as diretrizes de qualidade de água para irrigação (Ayers & Westcot, 1999).

Os dados obtidos de condutividade elétrica (CE) indicam que, durante o período de dezembro de 2009 a maio de 2011, ocorreu variação acentuada da CE com valores entre 11,30 dS m^{-1} a 0,95 dS m^{-1} (Tabela 2), correspondendo a amostragem realizada no poço amazonas que aconteceu no período seco na ocasião da instalação da barragem e a amostragem realizada no período chuvoso em maio de 2011, respectivamente.Quanto ao perigo de alcalinização ou sodificação do solo, a água de irrigação foi classificada como S1 e S2, uma vez que os valores da RAS variaram de 3,61 a 16,63.

Tabela 2. Caracterização química da água da bacia hidrográfica semiárida do Jacu

Data	pH	CE dS m^{-1}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	$CO_3^{=}$	HCO_3^{-}	Cl^{-}	RAS (mmol L^{-1})$^{1/2}$
			mmol$_c$ L^{-1}							
Período Seco										
09.12.2009	8,2	11,30	28,94	16,30	79,16	2,05	0,40	7,16	118,48	16,63
20.01.2010	7,1	1,19	2,99	1,48	7,39	0,77	0,00	2,47	7,00	4,94
17.12.2010	8,8	3,75	3,72	3,00	29,11	0,38	0,00	0,85	34,20	15,91
02.02.2012	7,5	1,68	4,75	2,78	8,69	0,90	0,00	0,12	16,60	4,48
Período Chuvoso										
24.03.2011	7,6	1,42	3,08	2,40	9,14	0,21	0,00	0,95	12,00	5,51
04.04.2011	6,8	1,33	2,76	1,92	8,41	0,20	0,00	0,95	9,30	5,50
24.05.2011	7,6	0,95	2,25	1,81	5,12	0,17	0,00	1,00	6,60	3,61

A concentração de cloretos apresentou teores elevados variando de 35,45 a 34,20 mmol$_c$ L^{-1}, durante os anos de 2009 e 2010, no período sem chuvas, respectivamente (Figura 13). Para os períodos chuvosos verificou-se um decréscimo acentuado da concentração deste elemento para 12,00; 9,30 e 6,60 mmol$_c$ L^{-1}. Estes resultados indicam efeito positivo da precipitação na diluição da concentração de cloretos. Nas amostras de água coletadas em dezembro/2009, dezembro/2010, março/2011, abril/2011, verifica-se que a concentração de cloreto apresentava-se acima do valor estabelecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para suprimento

humano, que é de 7,05 $mmol_c\ L^{-1}$ o que corresponde a 250 ppm de Cl^- (Organização Mundial de Saúde Apud COSTA et al., 2005).

CONCLUSÕES

Por ocasião da instalação da barragem, a movimentação mecânica do solo para escavação do septo através de escavadeira promoveu a migração dos sais que atingiu o lençol freático e elevou a condutividade elétrica (CE) para 11,30 dS m^{-1}, no entanto, a condutividade elétrica sofreu redução com o decorrer das estações de chuva e seca durante os dois anos agrícolas, passando para classe de salinidade C1, de baixa salinidade.

A umidade do solo foi maior dentro da área de acumulação da barragem, tanto na época das chuvas, como na época da seca, mas com menor permanecia durante a seca. Por outro lado a elevação das vazões observadas no ano de 2011 determinou aumento na umidade do solo e redução da condutividade elétrica influenciando na relação de adsorção de sódio (RAS) da água da barragem que passou de S2, com perigo de acumulação de sódio no momento da instalação da barragem a S1, sem perigo de sodicidade no fim do período de avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. (Estudos FAO: irrigação e drenagem, 29), Campina Grande: UFPB, 1999, 153p.

BRITO, L.T. L.; S.D.A. ; CAVALCANTI, N.B.; ANJOS, J.B.; REGO, M.M. Alternativa tecnológica de exploração para aumentar a disponibilidade de água no semiárido. Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.3, n. 1, p 111-115. 1999.

COSTA, M.R; CIRILO, J.A; GUNKEL, G; MONTENEGRO, S.M.G.L. Qualidade da água em fontes superficiais e subterrâneas no semiárido brasileiro. UFPE. 2005, 14p.

CURVE EXPERT 1.3 for Windows. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (URGS), 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de analises de solos. Rio de Janeiro-RJ,1997. 121 p.

FERREIRA, P.A. Qualidade de água e manejo água-planta em solos salinos. Brasília: ABEAS, Viçosa: UFV, 2002. 141p. Curso de Engenharia e Manejo de Irrigação.

HANSON, B; GRATTAN. S.R; FULTON, A. Agricultural Salinity and drainage: A handbook for water managers. Water Management. University of California IrrigationProgram, University of California, 1993. Disponível em: http://energy.ca.gov/agprogram/aeaptext/bubs/salinity.htm.

HOLANDA, J.S. & AMORIM, J.R.A. Qualidade da água para irrigação. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26. Campina Grande, 33 p.1997.

JALALI, M. Groundwater geochemistry in the Alisadr, Hamadan. Environ Monit Assess, Western Iran. 2009.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and álcali soils. U. S. Dep. Agric. Handb. 60 U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1954, 160p.

SANTOS, M. O; FREITAS, I. M.; BRITTO, L. T. DOS ANJOS. J.B. Barragem subterrânea: água para uso na agricultura. Niterói: SEAPPA, Programa Rio Rural, 2009, 14p. (Manual Técnico, 17).

SILVA, M. S. L.; ANJOS, J. B.; FERREIRA, G. B.;MENDONÇA, C. E. S.; SANTOS, J. C. P.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. Barragem subterrânea: uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semiárido doBrasil. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2007a. 10 p. il. (Embrapa Solos. Circular Técnica, n 36).

SILVA, M. S. L.; ANJOS, J. B.; BRITO, L. T.L; SILVA, A. S; PORTO, E. R; HONÓRIO, A. P. M. Barragem subterrânea. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2001. Não paginado. (Embrapa Semiárido).

UNITED STATES SALINITY LABORATORY – USSL STAFF. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington, U.S. Department of Agriculture, 1954. 160p. (Handbook 60).

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA EXPERIMENTAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA EM BELÉM- PARÁ[1]

Ricardo Gomes Rosa[2], Tony Carlos Dias da Costa[3] & Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes[4]

Resumo: Este trabalho apresenta um sistema experiemntal deaproveitamento de água da chuva para fins potáveis em uma residência localizada no municipio de Belém (PA). O sistemafoi dimensionado baseado no volume de água precipitado, na área de coleta e a demanda necessária. Considera-se que o sistema experimental é uma conjuga as técnicas e procedimentos e se faz umaalternativa que poder a ser aplicada, inclusive, em outras regiões com contexto semelhante.

Palavras-chave: Abastecimento de água chuva, Belém, Amazônia.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se observado o desenvolvimento de novas tecnologias referentes ao manejo de recursos hídricos. Com isso, observam-se novas expansões no uso de técnicas de aproveitamento de águas pluviais.

O aproveitamento das águas pluviaisé uma realidade em vários países, que, em muitoscasos, oferecem benefícios para a construção de sistemas para captação e armazenamento deáguas pluviais, como nos Estados Unidos, Alemanha e Japão (MAY, 2004).Ainda nesses países, por exemplo, o processo de captação de águas pluviais começou visando a retenção das águas pluviais como medida preventiva no combate a enchentes urbanas. Porém no decorrer do tempo o aproveitamento da água ganhou espaço em função do risco de escassez e, também, para promover a recarga dos subsolos que são a principal fonte de abastecimento de água em tais países (GROUP RAINDROPS, 2002).

No Brasil existe o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência no Semi-árido: Um Milhão de Reservatórios Rurais – P1MC. O objetivo do programa é fornecer Reservatórios para armazenamento das águas pluviais a 1.000.000 de famílias rurais do semi-árido brasileiro, juntamente com a mobilização social e educação ambiental da população (www.ana.gov.br, acesso nov/2010).

Apesar deste contexto, ainda hojea atenção dispensada a aplicação das técnicas de aproveitamento de águas pluviais para fins potaveisna região amazônica é rara. Para atuar com a ênfase sobre as águas pluviais que o grupo de pesquisas "Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia" desenvolveu o sistema experimental de aproveitamento de águas pluviais individualizado, objeto deste trabalho. O que se considera uma importante contribuição para a região.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em 3 etapas: (1) a escolha da área para implantação do sistema; (2)o levantamento dos dados pluviométricos; e (3) o desenvolvimento do sistema propriamente dito.

Para o desenvolvimento do sistema foi necessário caracterizar o domicílio (área, inclinação e tipo do telhado, calha, demanda por água), dimensionar do reservatório de auto limpeza, o filtro de areia e o reservatório apoiado.

[1] Projeto Financiado pelo CNPq/CT-HIDRO (Processo no. 504.112/03-1) e pela FAPESPA edital Universal (apoio 141/2008)
[2] Eng. Sanitarista. Mestre em Engenharia Civil (PPGEC/UFPA), Eng. Sanitarista da Fundação Nacional de Saúde (FUNAS). Belém-PA. 67145-300. Fone: (091) 3244-2211, e-mail: ricardoufpa@gmail.com@ig.com.br
[3] Geólogo, Professor do Instituto de Tecnologia (ITEC/UFPA). email: tony@ufpa.br
[4] Geólogo. Professor do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA)/UFPA. email: rmendes@ufpa.br

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seleção do Local

Para definição da localização da construção dos sistemas residenciais de aproveitamento de águas pluviais foi observado o material de construção das casas, a condições de estrutura do telhado, a distancia da cobertura ao solo, as dimensões da cobertura e o material das telhas, para posterior avaliação que podem influir nos resultados da pesquisa (Tabela 1).

Tabela 1. Localização e dados construtivos da residência do sistema

Descrição	Coordenadas Geográficas		Dimensões do Telhado		Material da telha (m)	Área Total (m2)
	Oeste	Sul	Comprimento (m)	Largura (m)		
Sistema 01	48°26'10.46"	1°26'10.24"	6,63	3,00	fibrocimento	19,90

O sistema localizado em um residencial foi selecionado por possuir localização próxima à estação de superficie do INMET (Instituto Nacional de Meterorologia) em Belém, para o monitoramento dos valores de precipitação pluviométrica durante a avaliação do comportamento hidráulico do sistema (Figura 1).

Dados Pluviométricos

Os dados de precipitação média mensal (Tabela 2) utilizados para o dimensionamento dos dois sistemas foram referentes à estação meteorológica de superfície de Belém, operada pelo Instituto Nacional de

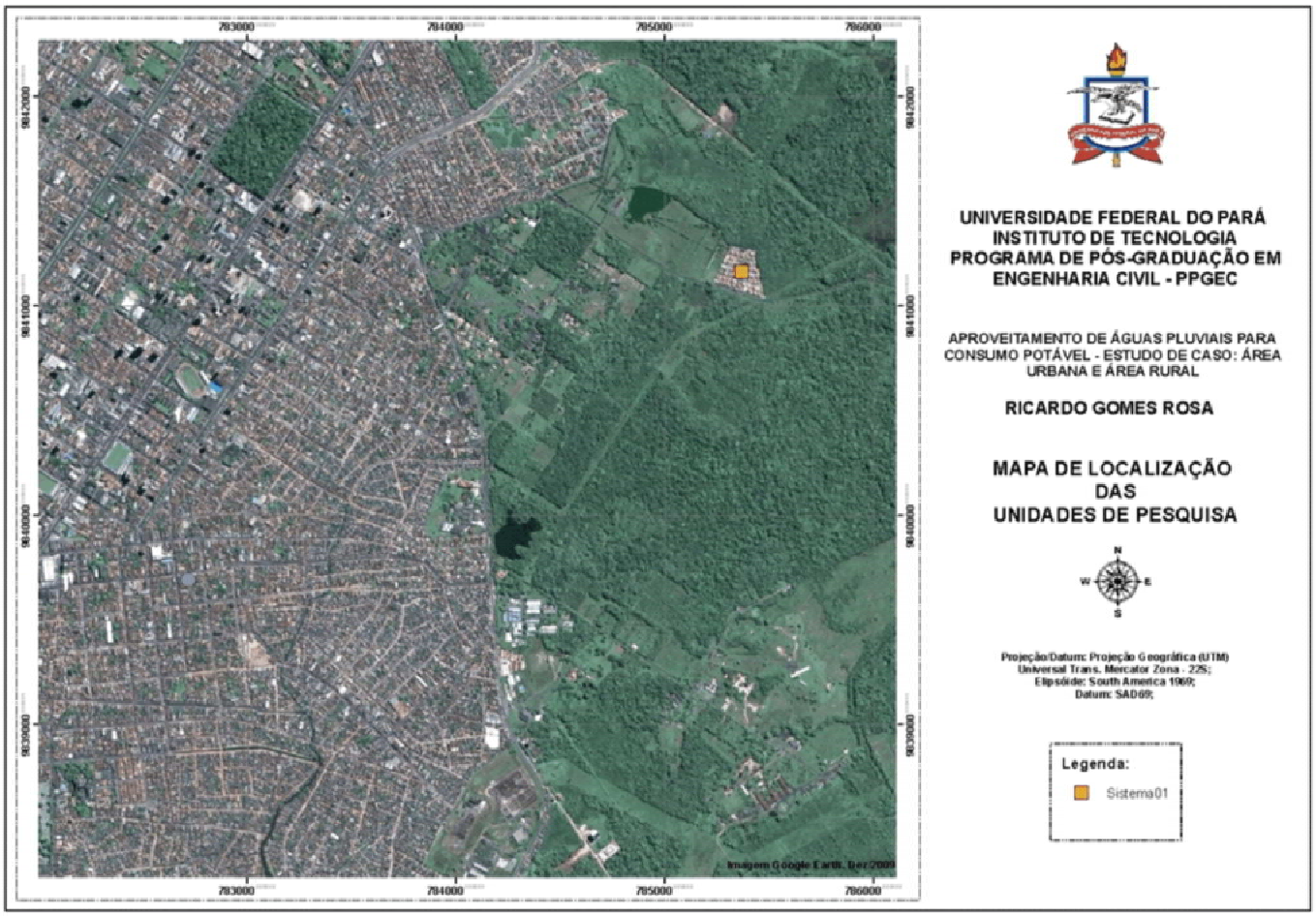


Figura 1. Mapa de localização do sistema de aproveitamento de águas pluviais

Meteorologia – INMET-BE, localizada na latitude 1,27° S, longitude 48,28° W e elevação 10 metros, com série histórica de 1923 a 2007, e que serão utilizados no dimensionamento dos sistemas de aproveitamento da águas pluviais nas duas áreas de pesquisa.

Tabela 2. Valores mensal e anual de precipitação da estação de superficie do INMET de Belém

Meses	Precipitação Total (mm)
Janeiro	355,1
Fevereiro	403,8
Março	441,1
Abril	385,2
Maio	284,2
Junho	169,9
Julho	152,7
Agosto	124,0
Setembro	126,9
Outubro	111,2
Novembro	109,1
Dezembro	224,2
Anual	**2887,2**

Fonte: INMET, Período: 1923 - 2007

Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva

O material de que é constituído o telhado da residência é de fibrocimento, que dificulta a veiculação de pássaros e animais durante o dia, principalmente no verão momento em que a temperatura do telhado se eleva com facilidade(Figura 2).

A. B.

Figura 2. Residência de instalação do Sistema: Vista frontal da residência; (b) vista da cobertura e calha

A área total de captação e aproveitamento de águas pluviais do telhado é de 19,90m².A calha existente é em concreto de secção retangular e dimensoes de 0,50m de largura x 0,25 m de altura. Residem atuamente duas pessoas nessa residência.

Para o padrão popular da residência, foi considerado o consumo diário total de 130 l/hab.dia e 15,38% de consumo de água potável (PROSAB, 2009).

Reservatório de Auto Limpeza: DACACH (1990), considera que o reservatório de auto-limpeza deva ter de 0,8 a 1,50 litros/m² de telhado.

Para realizar o estudo do volume ideal de eliminação de primeira chuva, foi selecionada a taxa de 1,0 litros/ m^2, que após cálculo realizado conforme observado no Quadro 1, as dimensões do reservatorio de autolimpeza para o Sistema 01corresponde a um volume total de descarte de 19,90 litros. O tipo de reservatório selecionado foi um tubo de PVC tipo esgoto com DN 100mm, pois este material possui maior facilicidade de comercialização em qualquer bairro da área urbana.

Quadro 1. Dimensionamento do RAL

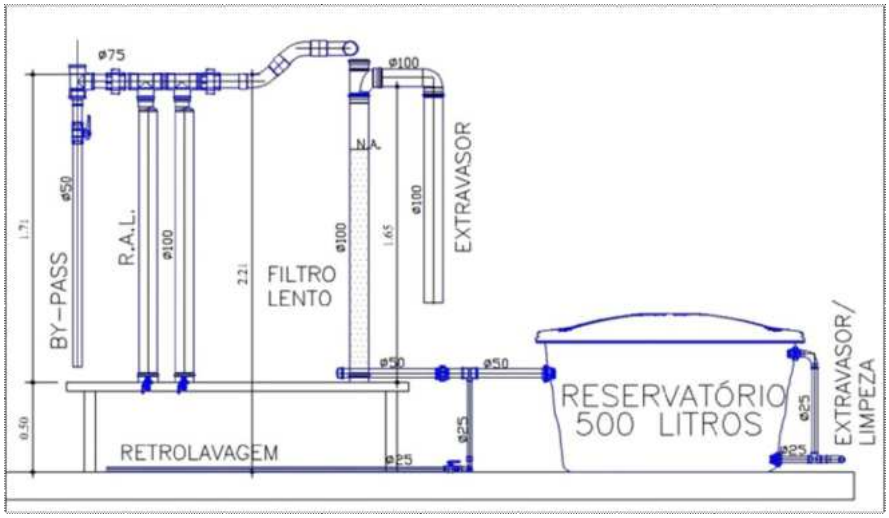
Variáveis	Resultados
Diâmetro de 01 tubo =	1,00 dm
Área de 01 tubo=	0,79 dm^2
Altura de 01 tubo=	18,00 dm
Volume de 01 tubo =	14,14 litros
Nº de tubos =	2,00 unid
Volume Total =	**28,27 litros**

O funcionamento do sistema ocorre da seguinte maneira: as águas pluviais passam pela calha, em seguida pelo condutor vertical, chegando ao reservatório de auto-limpeza, a montantedo filtro lento de areia. O nível no interior do RAL será regulado através de uma bola de isopor de 100mm de diâmetro, capaz de flutuar. Atingido o volume estabelecido no interior do RAL, a bola flutuará e fechará a entrada do RAL e redirecionará o fluxo, fazendo com que a chuva passe a seguir para o reservatório. O RAL possui registros de fundo para esvaziamento diaramente após cada período de chuva.

Filtro de Areia: A utilização do abastecimento de água via recursos pluviais em regiões insulares da Amazônia dessa forma, parece ser ainda mais paradoxal. É inconcebível que uma localidade, reconhecida mundialmente como uma das maiores reserva de água doce, venha sofrer com problemas relacionados ao fornecimento de água com taxa de filtração máxima permitida pela ABNT (1992) de 6,0 m^3/m^2.dia.

Reservatório Apoiado: Para o cálculo do dimensionamento do reservatório de águas pluviais, segundo a norma ABNT NBR 15527/2007, foi utilizado o metodo de Rippl. Os resultados para as caracteristicas da residência selecionada, considerando uma demanda de 39,99 l/dia ou 1,2 m^3/mês, o coeficente runoff igual a 0,8 (fibrocimento), e a existência de dois habitantes na residência.

As figuras 3 e 4 apresentam o projeto e a imagem do projeto desenvolvido.



Fonte: Autor (2011)

Figura 3. Vista Lateral do projeto do de Aproveitamento Residencial

Fonte: Autor (2011)

Figura 4. Fotografia do Sistema de Aproveitamento Residencial construído

CONCLUSÕES

O desenvolvimento de sistemas para aproveitamento potável de água da chuva na Amazônia ainda se configura uma inovação tecnológica, posto a pouca difusão devido a abundância de água superficial e subterrâneas, o que faz que as águas pluviais sejam ignoradas. Por isso a relevância deste sistema ainda experimental.

Regionalmente sua importante está na identificação das especificidades, em especial em função da precipitação, pesquisada desde 1923, o que dá grande segurança no dimensionamento do sistema.

Com tal sistema experimental inicia-se uma longa pesquisa para a aplicação e difusão dos conhecimentos do aproveitamento da água da chuva que passam tanto pelo atendimento a demanda, quanto, em outras pesquisas do grupo, a qualidade.

A expressão regional também faz relevante pela possibilidade de replicação, visto quetais sistemas podem ser implantados em centenas de comunidades ribeirinhas do estuário amazônico que não dispõem de água potável.

Neste sentido, o presente trabalho proporcionará aos estudos subsequentes e ao planejamento e gestão dos recursos hídricos, subsídios para tomadas de decisões e correlação com outros tipos de sistema de utilização de águas pluviais relacionados com a temática deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a FAPESPA pelo apoio financeiro às pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR–12216: Projeto deestação de tratamento de água para abastecimento público, Rio de Janeiro, Brasil,1992.

DACACH, N. G.. Saneamento Básico. Ed. Didática e Científica –3ª ed., 1990.

GROUP RAINDROPS. Aproveitamento da águas pluviais. In: KOBIYAMA, M.; USHIWATA, C.T.; AFONSO, M.A. Editora Organic Trading – Curitiba/PR. 2002.

MAY, S.; PRADO, R.T.A., Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Águas pluviais para Consumo Não Potável em Edificações, Dissertação de Mestrado do Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

PROSAB 5. Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos deabastecimento de água/Ricardo Franci Gonçalves (coordenador).Rio de Janeiro: ABES, 2009.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

FILTRO PARA A ÁGUA DA CHUVA

Hanna Menezes Torres[1], Rita de Kássia Vale Moraes[2] & Marcelo Henrique Pedroso da Cruz Júnior[3]

Resumo: O Brasil possui a maior reserva de água do mundo, mas é um grande desperdiçador de água potável. Aproveitar a água de chuva traz benefícios, pois reduz a demanda nas águas de superfície e subterrâneas além de proteger o meio ambiente. O uso eficiente da água representa uma efetiva economia para consumidores, para empresas e para a sociedade. Este artigo foi realizado na cidade de Belém e tem como finalidade aproveitar a água da chuva depois de passar por um filtro lento feito de material reciclado contendo areia e três camadas de dois tipos de seixo de tamanhos diferentes onde essa água servirá para consumo não potável.

Palavras-chave: chuva, aproveitamento de água, filtro.

INTRODUÇÃO

Belém é uma cidade onde há chuva em abundância. Aproveitá-la é a forma mais viável para evitar o desperdício de água potável, onde esta não é necessária. O uso eficiente da água representa uma efetiva economia para consumidores, para empresas e para a sociedade de um modo geral. A utilização da água da chuva pode ser feita de várias maneiras. Ela pode servir para a redução do consumo de água da rede pública, contribuindo para a diminuição do custo de seu fornecimento. Seu aproveitamento, também ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que deve ser drenada para galerias e rios. Além disso, encoraja a conservação da água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais.

A viabilidade do uso de água da chuva é caracterizada pela diminuição na demanda de água fornecida pelas Companhias de Saneamento, tendo como consequência a diminuição dos custos com água potável e a redução do risco de enchentes em caso de chuvas. A água de chuva coletada através de calhas, condutores verticais e horizontais é armazenada em reservatório podendo ser de diferentes materiais (May, 2004).

O aproveitamento de água da chuva é um dos mecanismos para a criação de um desenvolvimento sustentável, com a finalidade de preservar a natureza, para continuar beneficiando-se da mesma. De acordo com o Instituto AKATU (2010), o consumo consciente é consumir levando em consideração os impactos provocados pelo consumo. Explicando melhor: o consumidor pode, por meio de suas escolhas, buscar maximizar os impactos positivos e minimizar os negativos dos seus atos de consumo, e desta forma contribuir com seu poder de consumo para construir um mundo melhor.

A filtragem da água de chuva é um processo necessário para a retirada dos elementos em suspensão que são arrastados pela água ao passar pelas coberturas das edificações. O filtro poderá ser de construção caseira de alvenaria, PVC ou fibra de vidro, composto de material inerte de granulometria diferente, desde o mais fino até o mais grosso (Oliveira, 2005). A filtragem é um processo que visa separar todas as impurezas que contem na água, que vem se acumulando ao se arrastar pelos telhados.

Então, nada melhor do que aproveitar a água da chuva na cidade de Belém, já que ocorre muita precipitação quase todos os dias. A falta de água da rede pública é quase constante e em outros essa água nem chega às casas de alguma comunidades forçando a população a buscar água em rios – que muitos ou talvez a maioria esteja poluído com lixo doméstico – e cavando poço, onde a maioria é aberto correndo o risco de contaminação.

[1] Estudante de Engenharia Ambiental do Instituto de Estudos Superiores da Amazônia. Endereço: Rua da Mata, 926. Residencial Magalhães Barata, bloco J2, Ap. 108. CEP: 66623710. Belém-PA. Fome: (091) 3285-6792, E-mail: hannaamenezes@hotmail.com
[2] Estudante de Engenharia Ambiental do Instituto de Estudos Superiores da Amazônia
[3] Estudante de Engenharia Ambiental do Instituto de Estudos Superiores da Amazônia

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na cidade de Belém-PA no período de junho a setembro de 2011, o sistema de captação da água da chuva foi implantado no Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM) onde foi utilizado o filtro lento que, além de ser barato é bastante eficaz, segundo Jorge Macedo (2007), o filtro remove parte da turbidez, remove bactérias do grupo coliformes, 99,9% não precisa de produtos químicos no pré-tratamento e podem trabalhar com fluxo de água intermitente.

O protótipo foi construído em uma área descoberta do Instituto, no térreo, e é constituído de uma calha, filtro lento e uma cisterna. A calha destina a água da chuva através de um cano diretamente ligado ao filtro, onde essa água passará primeiramente pela areia e pelos seixos médios e grandes, respectivamente, e ficará armazenada em uma cisterna contendo um ladrão. O filtro é feito de três camadas, sendo a primeira de areia, a segunda de seixo (nº 6) e a terceira de seixo (nº 4).

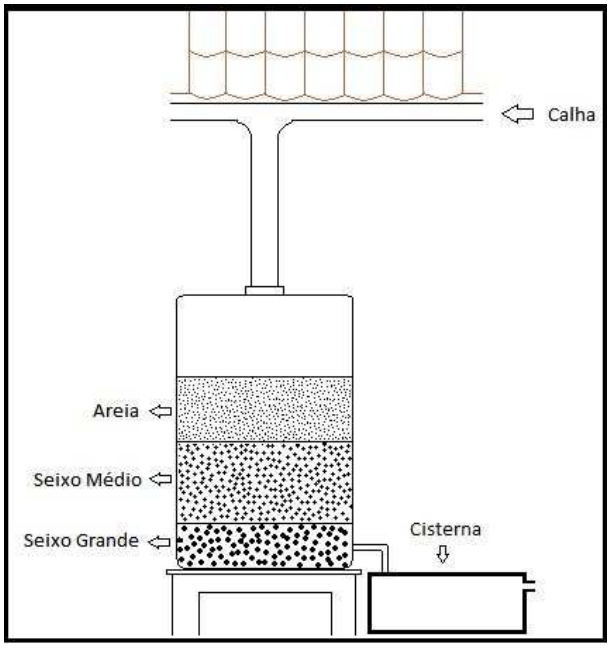


Figura 1. Esquema filtro lento

O procedimento para montagem do filtro é simples e direto. Foram unidos dois baldes de 45 centímetros cada um e diâmetro de 33 centímetros. Esses baldes foram parafusados (parafusos de ¼ de espessura e ¾ de comprimento) e colados (adesivos 3M) em suas aberturas, assim totalizando 90 centímetros de altura. No balde superior foi feito um ladrão para a água não voltar pela canalização, e no balde inferior foi adaptado uma torneira que liga para a cisterna. Depois de feito isso, foi introduzido primeiramente o seixo grande (nº 4), depois o seixo médio (nº 6) e em seguida a areia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se recomenda em hipótese alguma a transformação da água de chuva em água potável em áreas urbanas, mas caso se faça esta opção, o tratamento adequado deverá atender à Portaria nº 518/04 do ministério da saúde (Jorge Macedo, 2007).

A qualidade da água é um conjunto de características físicas, químicas e biológicas presentes nela. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso.

Imagem 1. Protótipo do filtro lento

Imagem 2. Filtro lento

O resultado obtido do filtro foi satisfatório, pois alcançou todas as expectativas de montagem, coleta e armazenamento da água da chuva, Passando pelo filtro lento, onde contém a areia e os seixos, a água teve em seu processo final uma cor clara, o que mostra a eficiência do filtro já que no telhado a água encontra inúmeras sujeiras até a entrada do filtro.

CONCLUSÕES

A partir da análise do projeto, no aspecto custo/benefício pode-se concluir que o projeto é viável para ser implantado em residências mesmo sem as análises físico-químicas para uso não potáveis (lavagem de automóveis, ornamentação, lavagem de pisos, entre outros), seria uma atitude que traria benefícios para a pessoa e para a sociedade, assim um passo a mais para uma cidade sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO AKATU pelo Consumo consciente. *Consumo consciente, O que é.* Informações adicionais não encontradas. 2010.

Macedo, Jorge. Águas e Águas (3ª edição). Venda direta do autor. Belo Horizonte. 2007.

May, Simone. Dissertação apresentada á Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

TOMAZ, PLINIO. *Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.* São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, PAULO. Eng. Agric., PhD., Construções Rurais e Meio Ambiente. 2005.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

ALGUNS MODELOS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS PARA O CURSO D'ÁGUA NUMA BACIA SEMIÁRIDA DO ESTADO DE PERNAMBUCO[1]

Moacyr Cunha Filho[2], Priscila Souza Alves[3], José Ramon Barros Cantalice[4], Victor Cassimiro Piscoya[5] & Ana Clara Paixão Campos[6]

Resumo: O transporte de sedimentos de um curso d'água no semiárido de Pernambuco assume um importante papel, pois deste é que encontramos uma paisagem significativa e que também ajuda em muitos aspectos os ribeirinhos. Devido a estes dois motivos o presente trabalho veio com intuito de mostrar, o acúmulo de sedimentos por carga de fundo, trazida pelo transporte de saltação, deslizamento e principalmente por arraste. O trabalho foi realizado na bacia hidrográfica do riacho Exu, situado no município de Serra Talhada-PE, com área total de 537,37 Km². Foi utilizado o instrumento de medição direta o amostrador BLH-84 para medir a descarga sólida direta, e também utilizada às equações de transporte de sedimentos por arraste de Shields, Kalinske e Duboys para estimar a descarga de sedimento de fundo. O modelo de transporte de sedimentos por arraste de Shields foi a que apresentou o menor erro de estimativa no riacho Exu. A produção de sedimento de fundo na bacia do riacho Exu para o ano de 2010 foi de 0,00836 t $ha^{-1}ano^{-1}$ e a estimada pelo modelo de Shields foi de 0,09548 t $ha^{-1}ano^{-1}$, para o ano de 2011.

Palavras-chave: riacho Exu, sedimentos, transporte.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural escasso e cuja disponibilidade tem sido crescentemente limitada, principalmente em regiões áridas e semiáridas (Gheyi et al., 2012).

Erosão, transporte e deposição de sedimentos em leitos de cursos d'água são processos naturais e se dão de forma lenta e contínua.

O transporte de sedimentos em rios pode ocorrer em diferentes modalidades dependendo das condições hidrodinâmicas do escoamento e das propriedades dos sedimentos. Materiais de granulometria da areia ou classe superior a essa são transportados por arraste sobre o leito através de movimentos do tipo saltação, rolamento ou deslizamento. Materiais finos como o silte e a argila são transportados em suspensão. Os sedimentos correspondentes a classe areia poderão também ser transportados em suspensão quando a condição de turbulência do escoamento for elevada (Merten et al., 2008). As formas de transportes são representadas através da Figura 1.

A descarga sólida do leito varia longitudinalmente e transversalmente ao canal. Entre as causas dessa variação são atribuídos fatores como a forma do fundo do canal, flutuações da turbulência, variações do suprimento de sedimentos de montante e mudanças na composição granulométrica dos sedimentos que se encontram na superfície do leito (Diplas et al., 2008). Os processos físicos que ditam se um grão será transportado como partícula em suspensão ou como carga de fundo dependerá das forças que induzem um grão a vir ao fundo (gravidade) ou que a força agir como partícula em suspensão (turbulência e viscosidade) (Mount e Fong, 1995).

Desta maneira, o presente trabalho tem como objetivo identificar as formas de transporte de sedimentos por carga de fundo, em um riacho, no semiárido de Pernambuco.

[1] Projeto financiado pelo CNPq/INSA – Processo nº 562472/2010-0.
[2] Doutor em Ciência do Solo, Professor Associado do Programa de Pós-Graduação de Estatística Aplicada e Biometria da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Rua Dom Manoel de Medeiros s/n, Recife, PE, CEP 52.171-900. E-mail: moacyr@deinfo.ufrpe.br Telefones:(0xx81)99545977/87425053
[3] Graduanda em Agronomia, Departamento de Agronomia da UFRPE
[4] Doutor em Ciência do Solo, Departamento de Agronomia da UFRPE
[5] Doutor em Ciência do Solo, Departamento de Engenharia Florestal da UFRPE
[6] Mestranda do Programa em Estatística Aplicada e Biometria da UFRPE

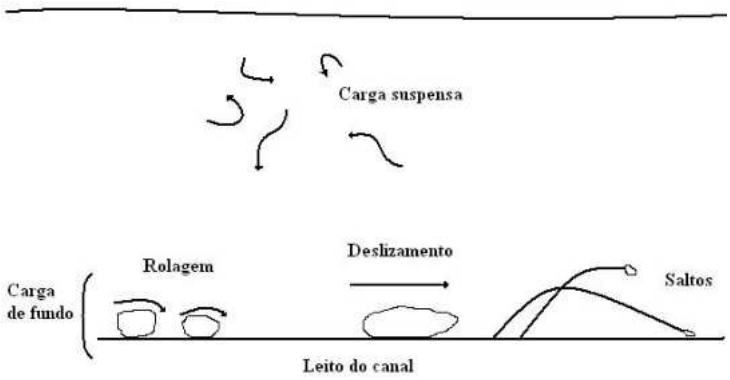


Figura 1. Formas de transporte de sedimentos por arraste, saltação e deslizamento

MATERIAIS e MÉTODOS

A bacia do riacho Exu apresenta uma área total de 537,37 Km^2, sendo localizada no município de Serra Talhada - PE, no semiárido brasileiro. Foi usado para medição direta um amostrador BLH-84, e as equações que foram avaliadas para o transporte dos sedimentos por arraste, foi a de Shields, Kalinske e Duboys na estimativa da descarga de sedimento de fundo.

As coletas foram realizadas a vau com um amostrador do tipo BLH–84 (Figura 2) com diferencial de pressão (relação entre entrada e saída é 1,4), que apresenta uma estrutura metálica com largura de amostragem de 0,076 m, sendo este equipamento projetado para coletar sedimentos que variam de um tamanho entre 1 a 38 mm de diâmetro (Diplas et al., 2008).

Figura 2. Detalhes do amostrador (BLH – 84)

Para estimativa de descarga sólida por corpo de fundo, o primeiro modelo que foi utilizado foi o modelo de DuBoys com a seguinte expressão:

$$q_S = \chi \cdot \tau \cdot (\tau - \tau_C)$$

Em que: q_S = descarga sólida (kg s^{-1} m^{-1}); $\chi = \frac{0{,}01003}{D^{3/4}}$ (onde D é o diâmetro característico da mistura de sedimentos, d_{50}); τ = tensão de cisalhamento do escoamento sobre o leito (N m^{-2}) e τ_C = tensão crítica de cisalhamento (kg m^{-2}), abaixo da qual não existe erosão, obtida no diagrama de Zeller de acordo com Graf (1988).

O modelo semiempírico proposto por Shields para o transporte sólido de fundo do riacho Exu, tem a seguinte expressão:

$$\frac{q_S \cdot \gamma_S}{q \cdot \gamma \cdot S} = 10 \cdot \frac{\tau - \tau_C}{(\gamma_S - \gamma) \cdot d}$$

Em que: q_s = descarga sólida (kg s^{-1}); q = descarga líquida por unidade de largura (m^2 s^{-1}); d = diâmetro característico da mistura de sedimentos, d_{50} (m); γ e γ_s = peso específico da água e do sedimento (N m^{-3}); S = declividade do sulco (m m^{-1}); τ = tensão de cisalhamento do escoamento sobre o leito (N m^{-2}) e τ_C = tensão crítica de cisalhamento, abaixo da qual não existe erosão, obtida no diagrama de Shields.

O modelo de Kalinske, baseado em turbulência, tem a expressão:

$$\frac{q_S}{U^* \cdot d} = f\left(\frac{\tau_C}{\tau}\right)$$

Em que: q_s = descarga sólida (kg s^{-1}); d = diâmetro da partícula do sedimento, d_{50} (m); U^* = velocidade de cisalhamento (m s^{-1}); f é uma função de $\left(\frac{\tau_c}{\tau}\right)$; τ = tensão de cisalhamento do escoamento sobre o leito (N m^{-2}) e τ_C = tensão crítica de cisalhamento, abaixo da qual não existe erosão (N m^{-2}), obtida pela relação proposta pelo autor:

$$\tau_C = 0{,}12 \cdot \gamma_S \cdot d_{50}$$

Em que: γ_s = peso específico do sedimento submerso (N m^{-3}) e d_{50} = diâmetro característico do sedimento (m).

A estimativa de erro das velocidades medidas de acordo com Einstein e Abdel (1972) que define o erro de estimativa como a diferença entre o valor estimado e o valor observado, dividido pelo valor observado, através do modelo estatístico:

$$\text{Erro de estimativa} = \left| \frac{V_{estimado} - V\,medido}{V_{medido}} \right| x100$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de descarga sólida por carga de fundo (*Qsf*), calculados a partir dos modelos de transporte de sedimentos desenvolvidas por DuBoys, Shields e Kalinske, para o ano de 2011, são apresentados na Tabela 1. Pode-se observar que as taxas de descarga encontradas também apresentam diferenças entre os métodos empregados, semelhante ao ano de 2010.

Na avaliação da proporção entre a descarga por carga de fundo e em suspensão observamos que, para o ano de 2010, os valores encontrados pelo modelo de Duboys variou entre 4,63% e 313,42% com comportamento crescente ao longo do período. Isso se explica pelo fato de que nas primeiras avaliações realizadas a concentração de sedimentos em suspensão era bem elevada, o que tende a decrescer com a diminuição das frequências das

Tabela 1. Descarga sólida por carga de fundo do riacho Exu determinada pela aplicação dos modelos de DuBoys, Shields e Kalinske para o ano de 2011

Dia	Descarga sólida por carga de fundo (t dia^{-1})		
	2011		
	DuBoys	Shields	Kalinske
26/3	626, 824	432,062	0,235
27/3	603, 462	371,445	0,232
28/3	552, 387	277,634	0,227
7/4	454, 005	222,464	0,208
8/4	406, 927	162,544	0,202
8/4	361, 175	120,165	0,196
9/4	318, 063	95,8700	0,182
9/4	273,891	69,8160	0,175
10/4	241,268	53,4090	0,170
10/4	208,198	38,4180	0,164
11/4	232,676	52,2630	0,168
11/4	189,687	35,7500	0,160
12/4	183,209	33,8650	0,159
14/4	152,178	22,3380	0,152
15/4	114,999	14,4250	0,135
15/4	88,975	8,52400	0,119
16/4	113,451	13,8540	0,135
16/4	89,993	8,21000	0,118
17/4	54,267	3,84800	0,105
18/4	53,289	3,55200	0,105
28/4	33,742	2,30400	0,083
29/4	19,653	1,30200	0,069
29/4	11,106	0,61300	0,057
30/4	32,805	2,24300	0,082
30/4	19,048	1,21400	0,068
1/5	10,737	0,58100	0,056
1/5	10,306	0,64200	0,047
2/5	7,2320	0,37000	0,041
12/5	19,882	0,86100	0,061
13/5	16,017	0,62500	0,055
13/5	12,655	0,44700	0,050
14/5	9,0030	0,27200	0,046
14/5	7,0630	0,18500	0,038
15/5	4,3170	0,13300	0,026
15/5	3,3400	0,09500	0,024
16/5	2,8370	0,06700	0,022
Média	153,769	57,011	0,116

chuvas na área da bacia. A proporção entre os valores encontrados pelo medelo de Shields variou entre 3,19% e 31,96% e pela aplicação do modelo de Kalinske a proporção da descarga de sedimento por carga de fundo encontrada em função da descarga de sedimento em suspensão ficou entre 0,002% e 2,123%.

CONCLUSÕES

O transporte de corpo de fundo ocorre principalmente por arraste. Existe uma interação entre o tamanho da partícula e a velocidade média. O acúmulo de sedimentos no fundo prejudica a qualidade da água superficialmente.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, ao CNPq/INSA-2010 pela oportunidade de trabalhar com projeto aprovado e mostrar ao Brasil e ao mundo o que fazemos com dedicação e compromisso.

REFERÊNICAS BIBLIOGRÁFICAS

CHARLTON, R. Fundamentals of Fluvial Geomorphology. Routledge: London, 243p.; 2007.

DIPLAS, P.; KUHNLE, J.; GLYSSON, D. EDWARDS, T. Sediment Transport Measurements, in: Sedimentation Engineering – Process, Measurements, Modelling and Practice, Ed. Garcia, M. H. ASCE Manual and Report on Engineering Practice Nº 110, Reston, Va. Pp. 307 – 309. 2008.

EINSTEIN, H. A.; ABDEL-AaL, F. M. Einstein Bed Load Function at High Sediment Rates. Journal of the Hydraulics. Vol. 98, pp. 137 – 152, 1972.

GRAF, W.L. Fluvial Processes in Dryland Rivers. Springer-Verlag, Berlin. 1988.

GHEYI, H.R.; PAZ, V.P.S.; MEDEIROS, S.S.; GALVÃO, C.O. Recursos hídricos em regiões semiáridas. UFRB, 258p. 2012.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G.; CUNHA, R. B.; GOMES, S. T. Avaliação da descarga sólida do leito em rio de montanha com uso do amostrador BLH-84. VIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimento, 2008.

MOUNT, J. F.; FONG, J. C. California rivers and streams: the conflict between fluvial process and land use. University of California Press: California. 359p. 1995.

DESAFIOS DO P1MC NO SERTÃO PARAIBANO: GESTÃO E QUALIDADE DA ÁGUA

Tamires de Lima Luna[1], Albertina de Farias Silva[2],
Beatriz Susana O. de Ceballos[3] & Cidoval Morais de Sousa[4]

Resumo: A proposta deste trabalho é relatar e discutir aspectos do Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC), tomando como pano de fundo a questão da qualidade da água e sua relação direta com a saúde pública. Toma-se como referência empírica a realidade das comunidades rurais beneficiadas pelo P1MC no município paraibano de Quixaba, no sertão. Foram observados pelo menos três grandes desafios críticos para a saúde da população: utilização das cisternas como reservatórios para água trazida por carros pipas, sem preocupação com a origem e tratamento; tratamento e inadequado e irregular da água armazenada, captada da chuva ou transportada pelos dos carros pipas; problemas relacionados aos diferentes procedimentos de manejo da água armazenada Todas essas questões repercutem nos indicadores de saúde pública nas comunidades estudadas.

Palavras-chave: cisternas; qualidade da água; gestão, semiárido

INTRODUÇÃO

O suprimento de água doce de boa qualidade é essencial para as populações humanas, e seu desenvolvimento social e econômico. Brasil se destaca pela sua capacidade hídrica, entretanto com distribuição irregular. O Semiárido nordestino (SAB), por exemplo, tem apenas 3% das águas doces do País, e abriga uma população de 20.858.264 milhões de pessoas, o que significa quase 12% da população nacional.

No SAB o sistema de captação e armazenamento de água de chuva em cisterna tem sido estimulado, primeiro por organizações da sociedade civil e, mais recentemente, como política de Estado, como uma solução alternativa (coletiva ou não) de abastecimento (ASA, 2009). É uma forma simples, viável econômica de obtenção de água conhecida pelos habitantes da região que permite, mesmo com baixo índice pluviométrico, acumular quantidade suficiente de água boa para suprir as necessidades básicas (beber, cozinhar e higiene pessoal) de uma família com até 5 membros, nos períodos de escassez (GNADLINGER, 2011)

Os princípios e ações do P1MC foram concebidos com base nos seguintes pilares: gestão compartilhada/ descentralização, parceria, mobilização social/educação-cidadã, direito social, desenvolvimento sustentável e transitoriedade (ASA, 2009). O projeto busca, também, a capacitação das famílias, visando melhor convivência com o Semiárido e suas adversidades (ARSKY, 2009; FEBRABAM, 2008), e procura garantir água de boa qualidade para o consumo humano diminuindo a incidência de doenças de veiculação hídrica (PROJETO CISTERNAS, 2007-2009).

Considerando a natureza da política pública em questão – o P1MC – e sua penetração massiva no Semiárido e, particularmente, seu potencial de impacto na qualidade de vida da população beneficiada, o propósito deste trabalho é conhecer se as práticas de manejo dos sistemas de captação e de armazenamento das águas chuva em cisternas em comunidades rurais do sertão paraibano são sustentáveis no fornecimento de água de qualidade apropriada para introduzir melhorias na saúde pública, em particular na diminuição das doenças entéricas de transmissão hídrica. Leva-se em consideração que embora construídas com a finalidade de captar e armazenar água de chuva, as cisternas podem ser abastecidas com água de outras fontes como as transportadas por

[1] Granduanda em Biologia – UEPB /Bolsista PIBIC. Campina Grande, PB. Fone: (83) 3365-1074. E-mail: tamyluna18@hotmail.com
[2] Graduanda em Biologia – UEPB/ Bolsista PIBIC
[3] Profa. Titular/UEPB, Dra. em Microbiologia ambiental (USP). Coord. Adj. do programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (mestrado) e Engenharia Ambiental (doutorado)/UEPB
[4] Professor da Universidade Estadual da Paraíba, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional

carros-pipas. No primeiro caso (água de chuva), a qualidade pode ser afetada pelo manejo inadequado do sistema de captação e armazenamento, e no segundo, pela origem da água, não sempre satisfatória para consumo.

MATERIAL E MÉTODOS

Escolha da amostra, fases do trabalho e aplicação de questionários.

O trabalho esta sendo realizado desde abril de 2011 em comunidades rurais do Município de Quixabá. Localizado na região do médio Sertão e totalmente inserido no semiárido paraibano, na microrregião de Patos, apresenta área de 157 km^2 e possui 1.700 habitantes (633 na zona urbana e 1066 na zona rural). A sede municipal (coordenadas 689.994 EW e 9223.246 NS), dista de João Pessoa, capital do estado, 283 Km (BR-230). Situa-se no Bioma caatinga, com pluviometria média anual de 431,8mm,

A pesquisa envolve quatro comunidades rurais desse município (Motorista, Aroeiras, Serrota Vermelha e Cacimba de Areia) com famílias que possuem sistemas de captação e armazenamento de água de chuva em cisternas distribuídas pelos programas do governo. Em Quixabá foram construídas 158 cisternas correspondentes a 158 famílias. Para este estudo foram selecionadas 10 famílias (6,5%) considerando os critérios de tempo de construção, programa (P1MC, FUNASA, outros) e órgão financiador.

O trabalho de campo foi iniciado com a *etapa de aproximação* com visitas aleatórias a aproximadamente 30 famílias situadas em diferentes regiões de Quixabá. Na etapa seguinte, de *observação e coleta,* foi incluída a *aplicação do questionário.* Foram entrevistas auxiliadas por um questionário semiestruturado, procurando responder as questões objetivas sem descuidar de resgatar e registrar histórias de vida, experiências cotidianas, saberes tecnopráticos, críticas, revelações e crenças.

Uma primeira parte *da fase da análise* é apresentada neste trabalho e será continuada com reuniões com os beneficiários para aprofundamento das questões levantadas nas entrevistas, esclarecimentos, dúvidas, contradições, conflitos e avaliações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As primeiras visitas às comunidades aconteceram com membros da secretária de saúde de Quixabá, da qual participaram AVAS (Agentes de Vigilância Ambiental em Saúde) e ACS (Agentes Comunitários de Saúde). Esses agentes estão encarregados de coletar água em 10 pontos da rede de distribuição de água potável, e que fazem parte do programa de controle da qualidade dessa água no município (Ministério da Saúde/SUS). Considerando a importância das cisternas na gestão da água domiciliar na região e após um surto diarreico, por decisão da secretária de saúde municipal quatro das 10 amostras foram destinadas para monitoramento sistemático de cisternas, criando-se um sistema rotativo de amostragem. Essa atitude evidenciou inquietude pelo controle da qualidade dessas águas, que ainda não estão explicitamente incluídas no programa governamental de controle da qualidade. Esse fato motivou a presente pesquisa: é o único município do estado da Paraíba que monitora sistematicamente água das cisternas.

Um segundo momento de aproximação foi diretamente com as famílias com sistemas de coleta e armazenamento de água de chuva, com a participação de membros de nossa equipe no curso de Gerenciamento de Recursos Hídricos (GRH) na sede do município de Quixabá. Este curso de GRH foi ministrado por duas pessoas do PATAC (Programa de Aplicação de Tecnologias Apropriadas).

O curso do GRH é uma ação de preparação dos futuros beneficiados para receberem a cisterna. No seu conteúdo estão incluídas estratégias de convivência com o semiárido, tais como o aproveitamento de água de chuva, o manejo adequado do sistema de captação e armazenamento dessa água e sua manutenção. A participação nesse curso, com duração de dois dias, é obrigatória e constitui um dos critérios de seleção indispensável para a família que deseja receber a cisterna.

O terceiro momento da fase de aproximação ocorreu durante o processo de georeferenciamento das cisternas selecionadas. Nessa oportunidade, conversas informais com os beneficiados permitiram resgatar a percepção que esses atores sociais têm sobre o sistema de captação de água de chuva em cisterna.

Em janeiro de 2012, foram realizadas as entrevistas com a aplicação dos questionários para avaliar, dentre outras questões, o perfil socioeconômico dos usuários, formas de abastecimento de água, hábitos de higiene pessoal e nas residências, manejo da água da cisterna, tratamento dessa água antes de beber e aspectos de saúde. Para as entrevistas foram organizadas duas equipes, cada uma com dois integrantes. Enquanto uma aplicava o questionário, a outra, após autorização dos moradores, fazia observações na residência (tipo e localização dos banheiros e da cozinha, local de armazenamento da água para consumo da família, condições higiênicas, etc) e no exterior (telhados-área de captação de água, localização da cisterna, tipo de calha móvel ou fixa, estado de conservação do sistema).

A caracterização socioeconômica da população foi feita com base em 43 entrevistados: em relação à escolaridade, 49% possuem fundamental incompleto, 18,6 % são analfabetos, 16 % ensino médio completo e 7% fundamental completo. A renda se distribui em 30% com um salário mínimo, 40% dois e 10% 3 salários. A maioria das famílias possui menos de 5 membros (70%) e 60% tem entre uma e duas crianças, predominando menores de cinco anos (73%). Quanto à profissão, 32%; são agricultores, 32% estudantes, 10% amas de casa, 7% aposentados e apenas 2,3% funcionário publico. Este perfil se aproxima a outros observados no semiárido (TAVARES et al,2007)

Manejo da água das cisternas pelas comunidades de Quixabá. Abastecimento de água.

Todas as cisternas recebem de chuva no inverno, usada para beber e outros usos durante essa época. Quando acaba, porque os usuários não se restringem ao uso dos 8,9 litros por pessoa por dia recomendados pela ASA, a maioria das famílias abastece as cisternas com água de carro-pipa, distribuídas por caminhões pagos pela prefeitura ou da operação pipa do exercito, que deveria ser fornecida apenas em momentos de escassez e após o município ter declarado situação de emergência. O abastecimento com água de carro pipa varia entre quinzenal (30% das famílias) e mensal (50%). As origens dessas águas são da CAGEPA (água tratada), de barragens ou de açudes.

Nas conversas com as famílias percebe se que a posse da cisterna mostrou rapidamente as vantagens de se ter água perto da casa que passou a ser usada para todo tipo de gasto. A certeza dos usuários em dispor de abastecimento de água (carro pipa) durante todo o ano, impulsionaram o consumo descuidado e em excesso que se tornou habito estimulado pela facilidade em obter água de essa outra fonte. Analises microbiológicas realizadas entre 2010 e 2011 mostraram contaminação bacteriana em todas as águas das cisternas amostradas.

Algumas famílias têm clara percepção de que a cisterna se transformou em um reservatório de água para "gasto", com águas de qualidade inferior para usos menos nobres, destinadas à labuta diária da família (lavagem de roupa, limpeza da residência, dessedentação de animais, entre outros serviços) e sem condições de uso para consumo humano.

Já para o consumo humano e para cozinhar, essas famílias buscam água diariamente ou semanalmente no reservatório da Associação de Moradores, abastecida pela operação pipa do exercito e a guardam em baldes ou tambores cobertos, localizados na cozinha ou nas proximidades. Também são adquiridos botijões de água mineral.

Outras formas de gerenciamento em algumas comunidades, observadas em situações de escassez, é o uso coletivo das águas das cisternas de varias famílias, independente que essas águas sejam de chuva, de carro-pipa ou misturadas.

Outro habito individual ou coletivo de gerenciar a água "para gasto" é o de encher a cisterna com água (água de chuva+ carro-pipa; água de chuva+ água de rio ou açude) que é bombeada para uma caixa elevada ou colocada em cima da residência, para ser distribuída por tubulação para torneiras dentro da casa. Nestas

situações, varias famílias buscam água de melhor qualidade para beber de outra fonte, entre elas da Associação de Moradores, já citada. Uma família possui três cisternas, duas para "gasto" e apenas uma para consumo; foram uma foi construídas uma pelo P1MC, outra pela prefeitura e a terceira pelos próprios donos da residência.

Conservação do Sistema de Captação e Manejo da água

A limpeza e a conservação do sistema de captação são feitos por 80% das famílias com frequência anual e usam telas como filtro nos ductos. Não é feita limpeza externa do telhado. Todos afirmaram fazer a limpeza anual com uso escovas na lavagem das paredes internas e com panos de chão, alguns disseram usar cloro (hipoclorito de sódio – água sanitária) nessa lavagem.

A retirada da água de dentro da cisterna é realizada com balde em todas as casas, e apenas uma tem bomba (sapo) que bombeia água para uma caixa de água acima do telhado. O balde para retirar a água embora se reserve somente para retirar a água é deixado no exterior e as cordas usadas para sua amarração são também usadas no manuseio dos animais. Outro problema é que muitas vezes se apoia o balde no chão e depois, sem qualquer cuidado adicional, se leva à cisterna para retirar água, aumentando a contaminação (ANDRADE NETO, 2004)

Saúde pública

A maioria das famílias (80%) afirmou que tratam a água de beber com cloro, mas em conversas informais se verificou que essa ação que deveria estar incorporada no cotidiano do manejo da água para consumo da família não se desinfeta com frequência. Uma entrevistada afirmou "*eu cloro às vezes quando tenho cloro*" por ser este entregue gratuitamente pelos ACS e AVS. O uso do cloro (hipoclorita de sódio) é incorreto na maioria dos usuários (menos das 2 gotas de hipoclorito ao 2,5% por litro de água) (MIRANDA et al, 2010). As famílias restantes (20%), não usam cloro e algumas não realizam nenhum tratamento, pois acreditam que a água do carro pipa já vem tratada, outras afirmam que o cloro deixa a água com gosto ruim e recorrem a métodos como a filtração por panos, coação ou fervura. Porcentagem significativa de famílias (60%) apresenta casos de diarreias mensais, semanais ou semestrais, com maior frequência em crianças com menos de 5 anos.

A falta de higiene adequada advinda do uso de fontes de água de qualidade duvidosa e a falta de tratamento dessas águas antes do uso humano são os fatores causadores das doenças veiculadas pela água. Embora neste trabalho, não foi possível perceber melhorias na saúde, muitas famílias afirmam que o consumo de água da cisterna é causa de diminuição dos casos de diarreias.

CONCLUSÕES

O Programa Um Milhão de Cisternas – PIMC tem uma meta imediata, fornecer água de melhor qualidade para consumo humano e, em consequência, melhorias na saúde publica das comunidades beneficiadas, com diminuição das diarreias, como exemplo. Além desse valor, privilegia a participação cidadã, liberdade, autonomia. Daí as fases do processo que culminam na construção e no enchimento da cisterna com água de chuva: ações coletivas de discussão, planejamento, capacitação das famílias (saúde humana e ambiental/relação higiene/ qualidade da água/saúde; técnicas de construção, de manutenção e manejo do sistema), apropriação de novas tecnologias, formação, mobilização. A cisterna é o objeto da mobilização para a participação cidadã e geradora de vínculos humanos no contexto da solidariedade e a confiança comunitária.

Para abordar a questão da saúde associada com a qualidade da água na zona rural em famílias com cisterna é importante fazer referencia não apenas à cisterna e sim à gestão integrada da água na comunidade e dentro da residência. O P1MC, com a cisterna de placa privilegiou e impulsionou sentimentos e ações de cooperação social, e generalizou, ao transformar em política publica, um método alternativo (e paliativo) de guardar água durante as chuvas para seu uso na estação de estiagem. Sem duvidas, o PIMC tem causado impacto na qualidade

de vida e na saúde publica das comunidades rurais dispersas com diminuição de doenças diarreicas nas famílias beneficiadas, em especial nas crianças. Mas o fato dos beneficiados e as comunidades destinar a água de chuva da cisterna (água boa para consumo humano) para os outros usos transformando as cisternas num simples tanque para colocar água de qualquer origem e de qualidade desconhecida, dentre elas das antigas e tradicionais fontes (açude, rio, cacimba, barreiro, poço) que o PIMC procura substituir, pode indicar ausência de apropriação do conceito "qualidade da água/água boa" destas comunidades. Tal vez sinaliza uma situação mais complexa: apreensão do conceito "qualidade da água-água boa para beber", mas a priorização da quantidade, transformando então a cisterna num tanque de água para "gasto".

Essas atitudes que se tornaram coletivas poderiam ter sua raiz no próprio P1MC, ao definir um volume mínimo de água para higiene e para beber unicamente (8,9L por pessoa por dia), o qual obriga e ate estimula o uso das fontes tradicionais de águas contaminadas ao lavar a roupa, por exemplo. O manuseio cotidiano das águas de classe inferior pode estar induzindo uma "pulverização" do conceito de qualidade da água na medida em que todas as águas podem ser usadas sem maiores cuidados para os diferentes usos.

Alguns autores destacam, apropriadamente que o contato com as águas de qualidade inferior para lavar a roupa, a residência, tomar banho etc. impede que a diminuição de doenças veiculadas pela água seja evidente e representem decréscimo significativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, C.O. Proteção sanitária das cisternas rurais. In: Simpósio luso-brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, 11. 2004. Natal-RN. **Anais...** Natal: ABES/APESB/APRH, 2004

ARSKY, I.**A sustentabilidade dos programas e políticas públicas de captação e manejo de água de chuva para a garantia da soberania e segurança alimentar no semi-árido brasileiro.** In. Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido, 7., 2009.Caruaru.**Anais**...Petrolina: ABCMAC,2009

ASA. Associação do Semi-Árido. Disponível em <www.asa.com.br>. Acesso em: 10/06/2012.

FEBRABAM. **Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o semi-árido. Projeto 1 Milhão de Cisternas**. Disponível em: <http://www.febraban.org.br/Arquivo/Destaques-fomezero_semiarido.asp >. 2008, Acesso em: 18/10/2010

GNADLINGER, J. Captaçao de água de chuva: Uma ferramenta para atendimento ás populações rurais inseridas em localidades áridas e semiáridas. In Recurso Hidricos em regiões semiáridas. Ed: Salomão Medeiros, Hans Raj Gheyi, Carlos O. Galvão, Silva Paz, V.P. INSA, 2011. 325-360.

MIRANDA, P C. de; XAVIER, R. P. SILVA, A.F. da; CEBALLOS, BS.O. de Avaliação da qualidade da água de chuva armazenada em cisternas e no ponto de consumo em comunidades rurais do semi-árido paraibano. X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Fortaleza-CE, 2010 **Anais...** Fortaleza: ABRH,2010.

PROJETO CISTERNAS. Melhoramentos tecnológicos e educação ambiental para a sustentabilidade dos projetos de armazenamento de água de chuva em cisternas no nordeste semi-árido (UFCG, UEPB, UFPE, UFRPE, EMBRAPA SEMIÁRIDO/CPATSA) 2007- 2009. Disponível em: <http://www.hidro.ufcg.edu.br/cisternas/projeto.html > Acesso em: 27/05/2012.

TAVARES, A.C. ; NOBREGA, R.L.B. ; OLIVEIRA, L.A. ; SILVA, M. M. P. DA ; CEBALLOS, B. S. O. Uso de Cisternas no Semiárido Paraibano: Estado de Conservação e Técnicas de Manejo. In: 24 congresso Brasileiro de Eng. Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte. Anais do 24 congresso Brasileiro de Eng. Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2007. p. 01-07.

TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA NO SEMIÁRIDO VISANDO À SUSTENTABILIDADE

Wellma Karla Barbosa de Medeiros[1] & Anna Jacinta Dantas de Medeiros[1]

INTRODUÇÃO

As tecnologias alternativas de convivência com o Semiárido que vêm sendo propostas e experimentadas em comunidades crescem em números consideráveis. Na medida em que estas alternativas têm sua eficácia comprovada na prática, elas fortalecem o sertanejo, principalmente no âmbito da agricultura familiar, uma vez que a maioria desses agricultores convive com a problemática da desertificação e da seca, dispondo de poucas terras para trabalhar e produzir, com regimes hídricos que apresentam pouco volume de chuva concentrados em um curto período do ano, além do problema do êxodo rural e a consequente desestruturação da economia local.

Nessa perspectiva o objetivo deste trabalho é fazer uma análise sobre as tecnologias alternativas de aproveitamento de água, visando a convivência com o semiárido.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para a realização deste estudo encontra-se fundamentada em Severino (2007), e segundo este, quanto aos objetivos, esta pesquisa é classificada como pesquisa de cunho exploratório. Do ponto de vista da natureza das fontes utilizadas, esta pesquisa é classificada como pesquisa bibliográfica. Quanto à abordagem, tal pesquisa se classifica como pesquisa qualitativa. Como procedimentos de pesquisa foi realizado um levantamento bibliográfico, o qual serviu para fortalecer o conhecimento sobre o problema investigado. O levantamento bibliográfico é uma fonte secundária, pois, engloba toda a bibliografia já publicada tanto na comunicação escrita quanto na oral. Tal levantamento foi desenvolvido com base nos seguintes procedimentos: pesquisas nas bibliotecas da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN (Campus Central de Mossoró e Núcleo Avançado de Educação Superior de Areia Branca); buscas em sites especializados como, por exemplo, Scielo e Google Acadêmico, os quais terão como objetivo a procura de artigos científicos, teses, dissertações entre outros.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As tecnologias alternativas de convivência com o Semiárido que vêm sendo propostas e experimentadas em comunidades crescem em números consideráveis. Na medida em que estas alternativas têm sua eficácia comprovada na prática, elas fortalecem o sertanejo, principalmente no âmbito da agricultura familiar, uma vez que a maioria desses agricultores convive com a problemática da desertificação e da seca, dispondo de poucas terras para trabalhar e produzir, com regimes hídricos que apresentam pouco volume de chuva concentrados em um curto período do ano, além do problema do êxodo rural e a consequente desestruturação da economia local.

Para Carvalho (2010), a convivência com o semiárido tem sido objeto de muitas leituras. Entre essas leituras está a visão reducionista do semiárido como a região problema, desértica, das secas e animais mortos e da falta da água. Entretanto, entre anos 1990 e início dos anos 2000 criaram-se novas referências a cerca da percepção/visão do semiárido as quais incluíram as temáticas desenvolvimento e ambiente, cuja ótica do

[1] Pós-graduanda do programa de Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA

desenvolvimento sustentável ou desenvolvimento local passou a orientar as leituras sobre a natureza semiárida, analisando e indicando técnicas adequadas de cultivos e de criação, de manejo sustentável do solo, da água, e outras temáticas relativas com sua sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, novos atores sociais adentraram para as redes sociais do semiárido, tais como, o Estado, as Universidades, Agências Governamentais e uma gama de Organizações Não Governamentais, gerando uma dinâmica de reflexão e amadurecimento.

Na nova percepção surge o conceito das tecnologias alternativas, que Silva (2006) as define como as tecnologias que levam em consideração a questão ambiental e à cultura local, tendo como finalidade explícita a melhoria da qualidade de vida da população sertaneja. O mesmo autor enfatiza que a expressão "tecnologias alternativas" também tem sido disseminadas nas últimas décadas, como uma variante das "tecnologias apropriadas". Todavia, a ela tem sido agregando significados políticos e culturais, ao lado da perspectiva ambiental, destacando o seu caráter alternativo radical, diante das tecnologias convencionais, geralmente desenvolvidas, patenteadas e controladas por grandes empresas internacionais que as utilizam para explicar riquezas em países subdesenvolvidos, sem compromisso com o bem-estar social e ambiental.

Silva (2006) ainda aborda que mais recentemente, tem sido desenvolvida uma concepção que utiliza o termo "tecnologias sociais", como perspectivas da geração e transferência de tecnologias (convencionais e alternativas) para atender as demandas sociais. A aplicação de critérios sociais, culturais e ambientais suplementares aos critérios técnicos e as interesses econômicos possibilitam que uma tecnologia possa atender aos interesses políticos e sociais, sendo apropriadas por determinados grupos sociais e selecionados de acordo com a adaptação ao contexto natural e às capacidades culturais locais.

Para Morais et al 2009, atualmente existe um conjunto de tecnologias que vem sendo utilizada em todo semiárido por programas de políticas publicas, no sentido de possibilitar o aproveitamento da água da chuva com vistas viabilizar o seu uso para o abastecimento humano, animal e para garantir a segurança alimentar das famílias. As características que determinam a viabilidade e funcionalidade das tecnologias são: sua capacidade de adaptação aos mais variados ambientes, ser facilmente replicáveis, ter baixo custo de implantação e manutenção e ser facilmente apropriáveis pelos agricultores. As tecnologias mais difundidas no semiárido brasileiro são as cisternas, poços ou cacimbões, pequenas irrigações familiares e barragens subterrâneas.as características que determinam a viabilidade e funcionalidade das tecnologias são: sua capacidade de adaptação aos mais variados ambientes, ser facilmente replicáveis, ter baixo custo de implantação e manutenção e ser facilmente apropriáveis pelos agricultores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante esses conceitos e quadro encontrado, insere-se que o sertanejo, principalmente aqueles estão incluso na agricultura familiar, encontram problemas como a dificuldade de acesso à água, os problemas nas produções agrícolas e agropecuárias, o êxodo rural de muitas famílias e consequentemente a desestruturação da economia local.

Diante disso, é necessário o conhecimento e desenvolvimento de tecnologias alternativas adaptadas a realidade do semiárido, que possibilitem a manutenção do agricultor familiar no campo de forma digna e sustentável. Além de ser interessante que além de se gerar conhecimento a respeito dessas tecnologias, exista investimento para a disseminação e adoção das mesmas no semiárido nordestino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carvalho, L. D. **Ressignificação e reapropriação social da natureza:** Práticas e Programas de Convivência com o Semiárido no Território de Juazeiro – Bahia. São Cristovão: UFS, 2010

IDEMA, **Anuário Estatístico do Rio Grande do Norte**. Vol 36. Natal, 2009.

MORAIS,V.M., et al. Tecnologias de convivência com o semi-árido, alternativas Viáveis para a agricultura familiar no oeste do Rio Grande do Norte. **INFOTECNARIDO.** v.3, n.1, p.12-24, 2009. Disponível em: <http://revista.gvaa.com.br> Acesso em: 05 de novembro de 2011.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007. 304 p.

SILVA, R.M.A. **Entre o combate a seca e a convivência com o Semiárido:** transições paradigmáticas e sustentabilidade para o desenvolvimento. Tese de doutorado. Brasília: UNB, 2006.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Telma Lucia Bezerra Alves[1], Pedro Vieira de Azevedo[2], Suellen Silva Pereira[3], André Aires de Farias[4] & Laíse do Nascimento Cabral[5]

Resumo: O presente estudo objetivou realizar um levantamento dos aspectos favoráveis e dos principais problemas identificados com a utilização de barragens subterrâneas e açudes de pequeno e médio porte para o armazenamento de água no semiárido brasileiro. Através de uma revisão bibliográfica consistente, observou-se com base na literatura especializada, que os problemas identificados podem e devem ser mitigados, e que as estratégias de armazenamento de água de chuva são essenciais para convivência com a região semiárida.

Palavras-chave: captação de água, açudes, barragens subterrâneas.

INTRODUÇÃO

A coleta de água de chuva foi concebida isoladamente em diversas partes do mundo e em diferentes continentes há milhares de anos. Há dois mil anos, já se detinham informações da existência de um sistema integrado de manejo de água de chuva no deserto de Negev, hoje território de Israel e da Jordânia, e também o uso de cacimbas e tanques de pedras para armazenamento de água de chuva na China (Gnadlinger, 2006).

Estas tecnologias de captação e manejo de água de chuva costumam ser chamadas de "tecnologias sociais" (Gnadlinger, 2006). Elas estão espalhadas por todo lugar, mas, por serem extremamente simples, nem sempre o status de tecnologia lhes é facilmente conferido (Lassance Junior & Pedreira, 2004).

Nesse contexto, ressalta-se a declaração do Diretor do Centro de Tecnologias Ambientais do Programa do Meio Ambiente das Nações Unidas - UNEP, Steve Hall, no 3º Fórum Mundial da Água em Kyoto, em 2003: "A captação e o armazenamento de água de chuva como água potável ou para uso na agricultura não são uma idéia nova, mas estão sendo ignorados pelos planejadores e pela iniciativa privada. Não são tão atraentes como os megaprojetos de abastecimento de água; mas mesmo assim a captação de água de chuva, se introduzida em larga escala, pode aumentar o abastecimento existente de água a um custo relativamente baixo e passar para as comunidades a responsabilidade de gerenciar seu próprio abastecimento de água" (Porto, Silva & Brito 2011).

A maior parte do subsolo do semiárido nordestino é formada por rochas cristalinas, por isso, a formação de aquíferos é quase nula. Assim sendo, a solução mais comum é barrar a água da chuva em reservatórios de superfície, tais como: barragens, barreiros, ou açudes (Souza, 1979).

Nessa conjuntura, esta comunicação pretende analisar duas alternativas de captação e armazenamento de água: as barragens subterrâneas e os açudes, evidenciando os aspectos favoráveis e os problemas identificados para cada tipo de armazenamento de água, sinalizando estratégias para um uso mais eficiente destes recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

Do ponto de vista da sua natureza, pode-se classificar o presente trabalho como sendo uma Pesquisa Exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o tema com vistas a torná-lo explícito e entendível

[1] Geógrafa, Bolsista CNPq, Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Rua Aprígio Veloso, 881, Bodocongó, Campina Grande-PB. Fone: (83) 3337-4487. E-mail: telmaluciax@hotmail.com
[2] Meteorologista, Professor Dr. do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande
[3] Doutoranda em Recursos Naturais, UFCG
[4] Doutorando em Recursos Naturais, UFCG
[5] Geógrafa, UEPB

(Gil, 2007). Como instrumento metodológico, procedeu-se a Pesquisa Bibliográfica, que para Gil (2007) e Silva & Menezes (2001), é aquela baseada na análise da literatura já publicada, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos, revistas, publicações avulsas, imprensa escrita e atualmente com material disponibilizado na Internet. "A pesquisa bibliográfica contribuirá para obter informações sobre a situação atual do tema pesquisado; conhecer publicações existentes sobre o tema e os aspectos que já foram abordados; verificar as opiniões similares e diferentes a respeito do tema ou de aspectos relacionados ao tema da pesquisa" (SILVA & MENEZES, 2001, p. 38).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Barragens subterrâneas

O uso de barragens de fluxo da água subterrânea é apresentado como uma concepção antiga, onde os autores reportam-se as construções que remotam à época do Império Romano, na Sardenha, e a civilizações antigas do Norte da África. Segundo o IPT (1987), este tipo de barragem foi utilizado também no Saara, por hidrogeólogos franceses, com vistas à exploração de uma agricultura de vazante, a fim de promover o uso sustentável desses sistemas.

Uma barragem subterrânea é composta de: área de captação, também considerada área de plantio, parede da barragem, que barra o fluxo superficial para que ocorra a infiltração no perfil do solo, e septo impermeável, que propicia a formação ou elevação do nível do lençol freático, provocando a descontinuidade do fluxo na direção horizontal e construção de um poço amazonas à montante (Porto, Silva & Brito et al. 2011).

Aspectos favoráveis

- Utilização da faixa com culturas anuais (milho, feijão, aipim, etc.) e/ou perenes, como fruticultura, bem como escolha de culturas com tolerância genética ao estresse hídrico, e de curto ciclo fenológico, a depender da região de construção da barragem subterrânea.

- O incremento da produção de forragem para os animais, especialmente quando se precisa mais. Tanto os restos das culturas, como o próprio capim plantado na parede e na entrada da água pode ser totalmente aproveitado para alimentar o rebanho dos agricultores.

- Diversificação de cultivos na barragem (arroz, macaxeira etc, antes não cultivados), repercutindo na qualidade da alimentação das famílias da zona rural.

- Utilização do poço para irrigação: é opção do produtor instalar sistema de bombeamento para irrigação e/ou subirrigação. A instalação do poço facilita a retirada de água para subirrigação e/ou cultivo de hortaliças.

- Utilização da área mais saturada (na época das chuvas boa parte dessa área se transforma em espelho d'água) para cultivo de agrião, arroz e outras culturas que suportam maiores umidades em seu ciclo produtivo. As estimativas apontam que a umidade da barragem subterrânea chega a 2 anos, inclusive com cultura exigentes em umidade como o milho (Costa, 2001).

- Permite maior infiltração no solo, reduzindo, ao mesmo tempo, o escoamento superficial e, consequentemente, a erosão.

Problemas identificados:

- Construção de barragem próxima à cabeceira do riacho e ausência do enrocamento de pedras, diminui o tempo de permanência da água para infiltração;

- Construção de poço amazonas com tubos de concreto pré-moldado com baixa porosidade, permite praticamente apenas a entrada de água pelo fundo do poço (Costa et al. 2005).

- Riscos de salinização do solo da região da bacia hidráulica da barragem, pelos efeitos da super exploração do aquífero barrado e da ação da elevada evapotranspiração, associada a períodos de seca prolongada. Para

evitar este problema, podem ser construídas estruturas (de acesso para motobombeamento) no corpo da barragem, visando à promoção de lavagem do perfil do solo durante as chuvas e estabelecimento de outras medidas corretivas.

- A qualidade de águas de determinadas barragens subterrâneas foram monitoradas por Costa et al. (2005), mensalmente por 3 anos, evidenciando a concentração de sal, a presença de *Escherichia coli.* e contaminação por bactérias coliformes.

- Nos períodos logo após a ocorrência de precipitação, com períodos antecedentes secos, observa-se um incremento na concentração de sais pelo efeito da lavagem do solo com carreamento de sais chegando a valores superiores a 480 mg/l, diminuindo estes valores com o uso. Como proposta de manejo da salinidade, os autores sugerem o cultivo de halófitas do gênero Atriplex nas áreas com problema. (Costa et al. 2005).

- Devido à presença de coliformes fecais, decorrentes da concentração de animais na área a montante do barramento e na área da bacia hidrográfica, bem como falta de saneamento básico adequado, a utilização da água para consumo humano é imprópria.

Açudagem

A açudagem foi uma política adotada pelos governos para amenizar a problemática da seca. Contemplava, principalmente, a formação de uma infra-estrutura hidráulica. Posteriormente a construção de açudes, teve início a política do aproveitamento intensivo do potencial hidráulico através dos grandes projetos de irrigação. Foi uma Política delineada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

Aspectos favoráveis

Sobre a utilização destes reservatórios, com benefícios sociais, Barros (2010) e Molle (1994) destacam como principais:

- O cultivo de vazante, realizado pelo sertanejo nas margens de açudes e rios, a medida que o nível d'água vai baixando, onde se aproveita não só a umidade profunda, mas o limo fertilizante depositado; se constitui um meio de produção na contra-estação, planta-se cultivos de ciclo curto e de bom crescimento radicular (feijão, batata-doce, maxixe, jerimum, etc.). É de grande valor também o capim de vazante, para suporte forrageiro.

- A piscicultura consiste no peixamento de açudes bem como a instalação de estações de piscicultura e produção de alevinos de maneira sistematizada, ou seja, uma piscicultura semi-intensiva, que consiste na engorda de peixes, com vantagens identificadas: risco pequeno, trabalho reduzido e remuneração satisfatória, produção alta e organização de pequenas empresas, custeio apenas para adubação da água e alimentação complementar que pode ser feita com subprodutos da propriedade e, sobretudo, resolução do crônico problema de carência protéica para populações de baixa renda. Contudo, destaca-se a importância do manejo adequado para o êxito da atividade, principalmente o controle de espécies de alta proliferação (tilápias, piabas, etc.) e de espécies carnívoras (traíras etc.).

- A irrigação visa diminuir os problemas decorrentes da incerteza das chuvas e extensão do cultivo no período seco. Assim os açudes permitem o cultivo perene, possibilitando um cultivo suplementar (geralmente de renda), além do cultivo de sequeiro (geralmente de subsistência). Há uma limitação dessa atividade em pequenos açudes, decorrente do rápido consumo da água.

- Abastecimento, sendo a finalidade primordial dos açudes o armazenamento de água para utilizar no período de seca, esta utilização acontece por meio dos usos múltiplos, sendo o uso mais nobre dado as águas destes reservatórios o abastecimento humano e animal (que infelizmente, não raro, coexistem), ocasionando problemas sanitários, especialmente em pequenos açudes. Esta estratégia de abastecimento não substitui as pequenas fontes de abastecimento disseminadas. Importantes centros urbanos, como a cidade de Campina Grande – PB são abastecidos por açudes.

De acordo com a Lei nº 9.433/1997, que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, em situações de escassez hídrica deve-se priorizar o abastecimento humano e a dessedentação de animais sobre os demais usos.

Localmente, as imagens de satélite no banco de dados da Agência de Gestão das Águas da Paraíba (AESA) indicam que o estado tem 9,8 mil espelhos d'água, são reservatórios que vão desde pequenos barreiros, em propriedades privadas, até açudes com capacidade para armazenar mais de 2 bilhões de metros cúbicos, sob a responsabilidade do Governo do Estado, sendo a AESA o órgão que monitora diariamente os 122 açudes de maior capacidade (AESA, 2012).

Problemas identificados

Os principais problemas reconhecidos historicamente em relação aos açudes, de acordo com Molle (1994), são:

- Sangradouros, que constituem o ponto mais delicado da edificação do açude; A solução ideal consiste em ter um sangradouro natural, pelo qual a água excedentária é levada para outra bacia. Muitas vezes é preciso fazer serviços nos sangradouros para elevar seu nível, devido à consequências da sedimentação e do assoreamento. O trabalho mais cômodo a fazer é uma parede de alvenaria a altura desejada.

- Perdas por evaporação e infiltração: a evaporação é bastante variável, e acarreta a perda anual de uma lâmina de 2,10 e 2,70 m, em função, principalmente das condições climáticas locais (insolação, vento, etc.); da natureza da área circunvizinha (solo exposto, vegetação etc.) e do tamanho da superfície líquida da represa. A essa evaporação acrescentam-se perdas por infiltração, que embora desprezíveis para os grandes açudes, mas que para os pequenos açudes pode ser igualmente prejudicial aos efeitos da evaporação.

- Assoreamento das bacias hidráulicas, causados por um indevido desmatamento de uma bacia hidrográfica, apresentando solos frágeis e declives acentuados e práticas culturais errôneas.

- Qualidade da água e salinização, o fato de, não raro, servirem os açudes tanto para o abastecimento animal quanto para uso doméstico, implica em problemas sanitários óbvios. Com relação ao processo de salinização deve ser considerado as características dos solos das bacias hidrográficas, além do dimensionamento do açude, que determina a capacidade concentradora da represa. Quando o volume diminui os sais concentram-se, por outro lado, a sangria "lava" o açude.

- Uma limitação atribuída a implantação da açudagem reside no fato de que estas obras hídricas são fixas espacialmente, de modo que dificulta o acesso da comunidade que predominantemente se encontra difusa no semiárido, não resolvendo problemas de deslocamento em grandes distâncias para a captação da água. Ademais, paralelo a construção dos grandes açudes foi estabelecida uma política de açudes pequenos e privados, construídos em parceria com o DNOCS, limitando mais ainda o acesso a água, que muitas vezes encontrava-se nas terras particulares de grandes fazendeiros, ressaltando a evidente e tradicional canalização de recursos e benefícios a pessoas mais abastadas e aliadas politicamente [grifo nosso]. Essa informação passa pela ineficiência da gestão dos recursos hídricos que historicamente identifica-se no semiárido brasileiro.

Nesse propósito é válido mencionar que, de acordo com documento estabelecido pelo antigo IOCS, e seu particionamento em artigos, os açudes são classificados em grandes, médios e pequenos, mas que apresentam características semelhantes.

Art. 18. São considerados grandes açudes aqueles que ofereçam capacidade superior a dez milhões de metros cúbicos e cuja represa tenha profundidade maior de dez metros.

Art. 19. São considerados médios os açudes cuja capacidade seja de três milhões de metros cúbicos, no mínimo, e cuja represa tenha profundidade não inferior a seis metros.

Art. 20. São considerados pequenos os açudes de capacidade não inferior a meio milhão de metros cúbicos e cuja represa tenha profundidade de quatro metros, no mínimo. Os grandes açudes só podem ser construídos em terras públicas ou previamente desapropriados.

O debate entre grandes e pequenos açudes sempre dividiu opiniões, ao ponto de haver veto na concessão de empréstimos para criação de uma rede de pequenos açudes, sob a alegação de que prejudicaria o plano da grande açudagem. A pequena açudagem sempre contou com adversários, mas é a que, sob certo ponto de vista, melhor atende as necessidades do sertanejo.

Sobre o uso e potencial da açudagem, Barros (2010) afirma que para a ocorrência da utilização eficaz dos pequenos reservatórios no semiárido, se faz necessário que os órgãos públicos orientem os usuários para que adotem medidas técnicas que levem em consideração as especificidades de cada atividade, as propriedades locais, o contexto onde ele está inserido e as características destes reservatórios de forma a otimizar seus usos.

CONCLUSÕES

Conclui-se que as tecnologias de captação e armazenamento de água (barragens subterrâneas e açudes) apresentam limitações, mas resultam no armazenamento, de forma potencial, de recursos hídricos durante a estação chuvosa para serem utilizados na estação seca, caracterizando-se como atividade essencial e que deve ser desenvolvida adotada na região semiárida.

A barragem subterrânea é uma tecnologia simples, podendo ter os problemas decorrentes de sua implantação mitigados, enquanto que o açude, estratégia tradicional de captação e armazenamento de água, deve ter seu aproveitamento otimizado, sobretudo através de modelos de gestão e usos mais sustentáveis da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aesa. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Aesa mapeia quase dez mil espelhos d'água e monitora 122 açudes na Paraíba. Disponível em: < http://www.aesa.pb.gov.br/verNoticia.php?cod=689 > Acesso em: 23 maio 2012.

Barros, S. V. A. Otimização dos usos múltiplos em pequenos açudes na bacia do Açude de Sumé-PB. 2010, 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011. 147p.

Brasil. Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 25 mar. 2011.

Costa, J. W. de S. Barragem Subterrânea. In: 3° Simpósio Brasileiro de Captação de água de Chuva no Semiárido. Petrolina, 2001. Anais CD-ROM.

Costa, M. R. da.; Cirilo, J. A.; Gunkel, G.; & Montenegro, S. M. G. L. Qualidade da água em fontes superficiais e subterrâneas no semiárido brasileiro. Berlim, 2005.

Santos, M. O.; Freitas, I. M. de; Brito, L. T. de L. & Anjos, J. B. dos. Barragem subterrânea: água para uso na agropecuária. Manual Técnico 17, Niterói 2009.

Gil, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 207p.

Gnadlinger, Johann. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semi-áridas. In: Kuster, Ângela; Marti, Jaime Ferre; Melchers, Ingo (Org.). Tecnologias apropriadas para Terras Secas: manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTS, 2006.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Levantamento das potencialidades para implantação de barragens subterrâneas no Nordeste brasileiro: Bacias dos Rios Piranhas – Açu (RN) e Jaguaribe (CE). São Paulo, 56 p. il. IPT. Relatório, 14887, 1987.

Lassance Junior, A. E.; Pedreira, J. S. Tecnologias sociais e políticas públicas. In: Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. 116p. Disponível em: <http://www.rts.org.br/publicacoes/arquivos/tecnologia_social_uma_estrategia__desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 11/05/ 2012.

Molle, F. Marcos Históricos e reflexões sobre a açudagem e seu aproveitamento. Recife: SUDENE, DPG, PRN. HME, 1994. 193p.

Porto, E. R.; Silva, A. de S. & Brito, L. T. De L. Conservação e uso racional de água na agricultura dependente de chuvas. In: Medeiros, S. S.; Gheye, H. R.; Galvão, C. O. & Paz, V. P. da S. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

Souza, J. G. de. O Nordeste brasileiro: uma experiência de desenvolvimento regional. 1ª ed. Ed. Banco do Nordeste do Brasil. Fortaleza, 1979.

Silva, E. L. da & Menezes, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001, 121p.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO CARIRI: CARACTERIZAÇÃO PLUVIAL

Telma Lucia Bezerra Alves[1], Pedro Vieira de Azevedo[2], André Aires de Farias[3], Virgínia Mirtes de Alcântara Silva[4], Suellen Silva Pereira[5] & Laíse do Nascimento Cabral[6]

Resumo: O presente estudo objetivou a caracterização da precipitação pluvial para o município de São João do Cariri-PB, como subsídio ao aproveitamento e planejamento da captação de água. Através da sistematização dos valores de precipitação pluvial e da evapotranspiração potencial estimada pelo método de Thornthwaite & Mather (1955) foi possível obter um modelo de distribuição dessa variável. Os resultados evidenciaram que a precipitação pluvial no município apresenta uma elevada variabilidade, a curta estação chuvosa ocorre nos meses de fevereiro, março e abril. A década de 40 foi a mais seca e a década de 2000 a mais chuvosa, apresentando ainda elevada variabilidade intra-anual. Os valores médios de precipitação (415 mm) são muito inferiores aos de evapotranspiração (1.268 mm), ocasionando o déficit hídrico de 852 mm na região. O "modelo" de distribuição anual de precipitação pluvial estabelecido contribuirá, decisivamente, no planejamento e adoção de estratégias hídricas para a região.

Palavras-chave: semiárido, clima, disponibilidade hídrica.

INTRODUÇÃO

A convivência do homem com o semiárido brasileiro tem sido um dos maiores desafios dos últimos anos, não por falta de tecnologias, conhecimentos ou obras dirigidas, mas sim pela falta de políticas públicas de incentivos à produção e difusão de soluções práticas, específicas para os grupos familiares.

A chuva que cai nas propriedades rurais é, em geral, a única fonte de água disponível para manutenção das famílias e para o desenvolvimento das atividades agropecuárias. No entanto, a precipitação pluvial é variável em quantidade, intensidade, no espaço e no tempo. Portanto, é fundamental um aproveitamento eficiente deste recurso natural, quando da sua ocorrência, como uma estratégia para a convivência com o semiárido.

A distribuição da precipitação sobre a superfície terrestre é muito mais complexa do que a da insolação ou da temperatura do ar. As principais áreas de ocorrência de precipitações são as zonas de fluxos de ar horizontais convergentes na região equatorial e as zonas de perturbações atmosféricas nas latitudes médias, assim como as áreas localizadas a barlavento das cadeias montanhosas (Ayoade, 2002).

O modelo mensal e intra-anual de distribuição de chuvas no semiárido paraibano é extremamente irregular, tanto no tempo quanto no espaço geográfico. Na maioria dos anos, há uma predominância de estação chuvosa com duração de apenas dois a três meses, em outros persistem por até nove meses ou chove torrencialmente num local e quase nada na sua circunvizinhança (Almeida & Pereira, 2007; Almeida & Silva, 2008).

De acordo com Almeida & Lima (2007) a maior parte desta "região" tem características físico-ambientais que limitam o potencial produtivo, pelas frequentes ocorrências de secas, solos rasos, alta salinidade, baixa fertilidade e capacidade de retenção de água reduzida. Portanto, não há duvida da importância de caracterizar e de estabelecer às épocas de maior precipitação, pois as secas geram problemas sociais e econômicos, dizimam as colheitas e animais e esgotam as reservas de água superficial.

[1] Geógrafa, Bolsista CNPq, Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Rua Aprígio Veloso, 881, Bodocongó, Campina Grande-PB. Fone: (83) 3337-4487, telmaluciax@hotmail.com
[2] Meteorologista, Professor Dr. do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande
[3] Doutorando em Recursos Naturais, UFCG
[4] Bióloga, UEPB
[5] Doutoranda em Recursos Naturais, UFCG
[6] Geógrafa, UEPB

Nascimento & Alves (2008) explicam que a microrregião do cariri paraibano apresenta deficiência pluviométrica dentre outros motivos, por localizar-se na vertente a sotavento do Planalto da Borborema, mostrando a influência que a continentalidade e a morfologia do relevo exercem na distribuição da precipitação. Convém ressaltar ainda que a variabilidade da precipitação nessa região está relacionada ao fato de que nas baixas latitudes a precipitação é controlada principalmente pela dinâmica dos ventos, nas zonas associadas de convergência e divergência. Essa característica de irregularidade das precipitações demonstra a falta de confiabilidade com as quais determinadas quantidades de precipitação podem ser esperadas.

Pires (2009) diz que os principais elementos da geologia e estrutura da província Borborema, na qual o município de São João do Cariri está inserido, correspondem ao complexo granito – gnáissico – migmatítico de Pernambuco-Alagoas. Esse embasamento é cristalino de idade Pré-Cambriana, cujos terrenos destas áreas apresentam características de impermeabilidade que facilitam o escoamento superficial e diminuem as reservas hídricas subterrâneas. Com relação à geomorfologia, o relevo do município apresenta-se predominantemente plano a levemente ondulado, tratando-se de área inserida numa superfície do território paraibano, rebaixada pelos ciclos de erosão (Teles, 2005). De acordo com a classificação climática de Koppen, o clima da região em análise é do tipo semiárido quente (BSh), onde a temperatura média mensal do mês mais frio é superior a 18 °C.

O conhecimento do regime pluvial é de extrema importância em regiões semiáridas, que se caracterizam por alto déficit hídrico. Assim, o presente trabalho objetivou a caracterização pluvial do município de São João do Cariri-PB, como subsídio ao planejamento para captação e gestão de águas pluviais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área objeto do estudo

O município de São João do Cariri está localizado no estado da Paraíba, precisamente na mesorregião da Borborema, microrregião do cariri oriental, região Nordeste do Brasil.

Dados meteorológicos

Utilizou-se uma série de dados meteorológicos diários de temperatura do ar e precipitação pluvial. Os dados de precipitação pluvial referentes a série (1985 – 2010) foram coletados nas Estações Meteorológicas Convencionais (EMC) e Automática (EMA), instaladas no interior da microbacia do Riacho Namorado. Os dados mais antigos, da série (1911 a 1984) foram extraídos de publicações do Departamento de Recursos Naturais da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), obtidos junto ao Departamento de Ciências Atmosféricas, da Universidade Federal de Campina Grande – DCA/UFCG. Também os valores de temperatura média foram obtidos junto a este Departamento, referindo-se a valores observados e estimados para a localidade, compatíveis com as médias obtidas na série existente na estação meteorológica da microbacia do Riacho Namorado.

Procedimentos metodológicos

Para estimar os fluxos de entrada e saída de água no município de São João do Cariri, utilizou-se a equação geral simplificada, de acordo com Thornthwaite & Mather (1955): P - ETP = ΔR. A evapotranspiração potencial média mensal foi calculada em função da temperatura média do ar, em mm/mês, de acordo com a expressão:

$$\left(ET_p\right)_j = 0{,}533 \times F_j \left(\frac{10 \times T_j}{I}\right)^a$$

em que: $(ET_p)_j$ é a evapotranspiração potencial (mm/mês)$_j$; F_j é um fator de correção que varia de acordo com a latitude; *I* é o Índice de calor, obtido em função da temperatura, correspondente ao somatório dos doze

índices mensais, calculado para cada mês através da expressão: $(T_j/5)^{1,514}$; T = Temperatura média mensal em °C e a = $6,75 * 10^{-7} I^3 - 7,71 * 10^{-5} * I^2 + 0,01791 * I + 0,492$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se, para o Município de São João do Cariri-PB, uma precipitação pluvial anual média para o período analisado (1911 a 2010) de 415,1 mm, com mínima média de 2,8 mm, referente ao mês de setembro e máxima média de 92,8 mm em março (Fig. 1). Tais resultados são deficitários para a produção agrícola na região, e representam pouca contribuição para o armazenamento de água no solo e captação de água para consumo humano, sendo necessárias estratégias eficazes de armazenamento da água de chuva. A evapotranspiração apresentou uma taxa anual média elevada de 1.268 mm, com variações médias de 81,1 mm em julho e 131,7 mm em dezembro, evidenciando um déficit hídrico de 852 mm anuais.

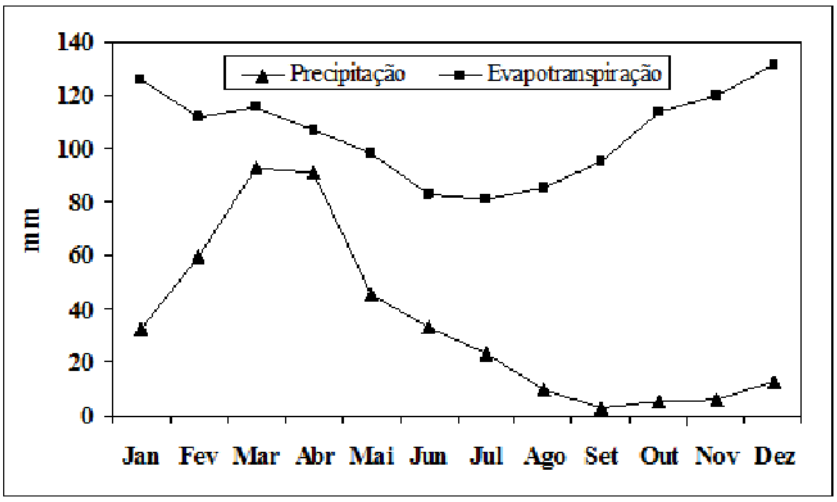


Figura 1. Representação dos totais médios mensais de precipitação e evapotranspiração potencial (Thornthwaite, 1948) do período: 1911-2010. São João do Cariri-PB

Com relação às médias da média, mediana e desvio padrão da chuva no município de São João do Cariri (Figura 2) observa-se que as médias aritméticas mensais estão associadas a uma elevada dispersão, quantificadas

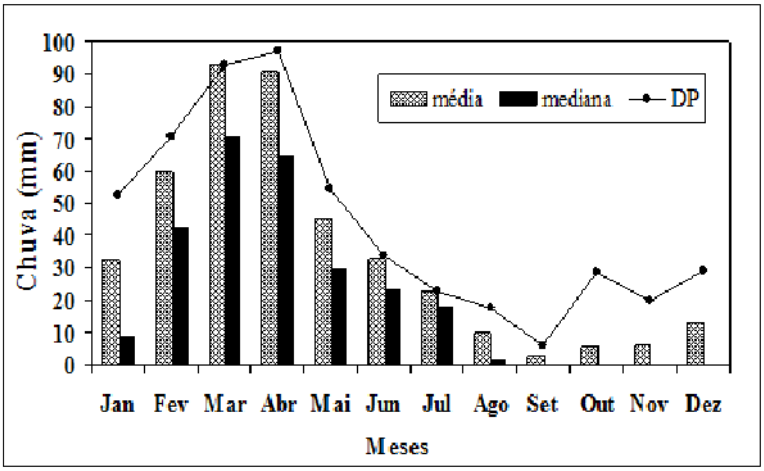


Figura 2. Médias mensais da média, mediana e desvio padrão da precipitação pluvial. São João do Cariri-PB. Período: 1911-2010

mediante os desvios padrão (DP), superando as médias em todos os meses do ano. O valor médio mensal da chuva esperada no curto período chuvoso (Fev-Mar-Abr) ocorre no intervalo entre o valor médio aproximado de 86,9 mm. Verifica-se ainda, que as médias foram sempre maiores que as medianas, sendo a distribuição mensal da precipitação assimétrica e o coeficiente de assimetria positivo.

Com relação à análise da precipitação, constata-se uma elevada variabilidade quanto aos volumes precipitados, e também é possível observar um discreto aumento dos valores anuais. Há uma tendência discreta de aumento desses valores nos últimos anos, mas sem a identificação de um período sequencial de anos com maiores ocorrências (Fig. 3), merecendo monitoramento para conclusões futuras.

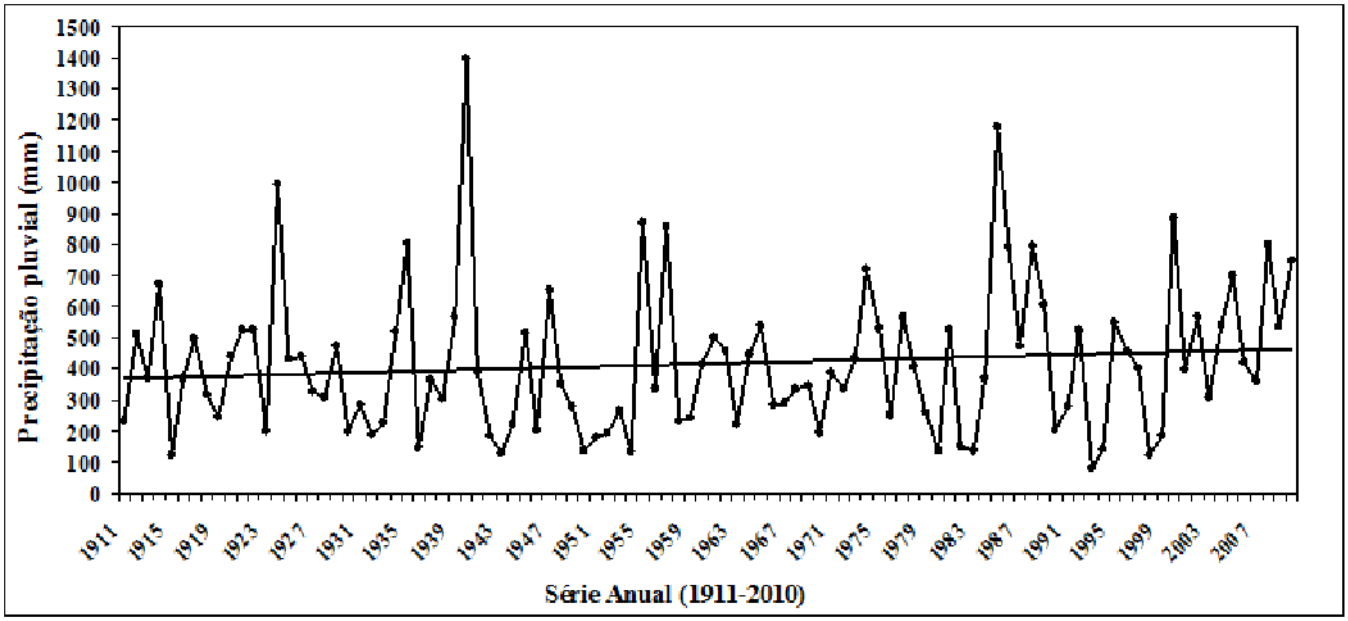


Figura 3. Precipitação pluvial anual do período: 1911-2010. São João do Cariri, PB

Para caracterizar melhor o regime pluvial da região, foram analisados os anos em que foram registrados os eventos extremos: o ano mais seco e o mais chuvoso da série. Observa-se na Figura 4 que no ano mais chuvoso, no mês de maio choveu quase o equivalente a média para a região (415,1 mm) diminuindo

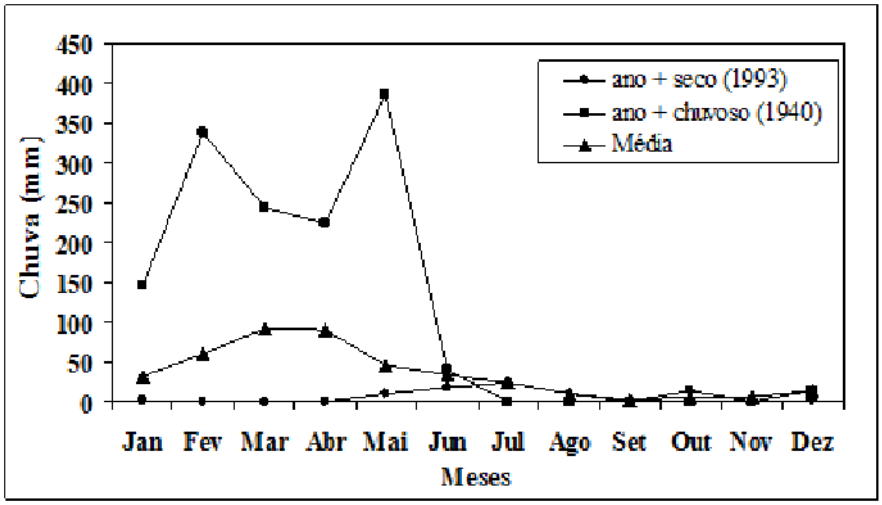


Figura 4. Distribuição mensal da chuva no ano mais chuvoso e no mais seco, comparada com a média. São João do Cariri-PB. Período 1911-2010

significativamente nos meses posteriores, evidenciando a variabilidade inter anual da chuva nessa região. Neste ano choveu o equivalente a 1.394mm, ou seja, três vezes mais do que o valor médio esperado. No ano mais seco, choveu o equivalente a 82,6 mm durante o ano inteiro, ficando evidente a falta de confiabilidade nos valores esperados de precipitação para a região. Na análise decadal, observou-se também grande variabilidade, sendo a década de 40 a mais seca e a década de 2000 a mais chuvosa.

CONCLUSÕES

A década de 40 foi a mais seca e a década de 2000 a mais chuvosa da série analisada, apresentando ainda variabilidade intra-anual. Os valores médios de precipitação são muito inferiores aos de evapotranspiração, ocasionando o déficit hídrico na região.

A precipitação pluvial no município de São João do Cariri apresenta uma elevada variabilidade, exigindo empenho na gestão dos recursos hídricos. A curta estação chuvosa ocorre nos meses de fevereiro, março e abril, com incidência de chuvas intensas e de curta duração.

O estabelecimento das estações seca e chuvosa (período de março a abril) permite um melhor planejamento e implementação de políticas hídricas por parte dos órgãos governamentais, ONG's, sindicatos e outros seguimentos, para o município de São João do Cariri.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayoade, J. O. Introdução a Climatologia para os Trópicos. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 332 p.

Almeida, H. A. & Silva, L. Determinação das características hídricas da microbacia de drenagem da barragem Vaca Brava. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 16, n. 1, p.77-86, 2008.

Almeida, H. A; Pereira, F. C. Captação de água de chuva: uma alternativa para escassez de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju/SE. Anais... Aracaju, 1 CD-ROM.

Almeida, H. A. & Lima, A. de S. O potencial para captação de água de chuvas em Tanques de Pedras. In: 6° SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 6., 2007, Belo Horizonte/MG. Anais... Belo Horizonte, 1 CD-ROM.

Nascimento, S. S. & Alves, J. J. A. Ecoclimatologia do Cariri Paraibano. Rev. Geogr. Acadêmica. v.2, n.3, p. 28-41, 2008.

Pires, F. R. M. Arcabouço Geológico. In: CUNHA, S. B. da & J. A. T. GUERRA. (Orgs.) Geomorfologia do Brasil. 5. ed. Rio de janeiro: Bertrand, 2009. 392 p.

Teles, M. M. F. Cobertura vegetal do município de São João do Cariri - PB: I – Distribuição espacial da Caatinga II – Uso de lenha como fonte de energia. 2005, 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

Thornthwaite, C.W. & Mather, J.R. The water balance. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, publications in Climatology. v. 8, n. 1, 1955. 104 p.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CAPTAÇÃO DE ÁGUA E CONDIÇÕES SANITÁRIAS NO ENTORNO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA RIACHO NAMORADO, SÃO JOÃO DO CARIRI/PB

Telma Lucia Bezerra Alves[1], Pedro Vieira de Azevedo[2], André Aires de Farias[3], Virgínia Mirtes de Alcântara Silva[4], Suellen Silva Pereira[5] & Laíse do Nascimento Cabral[6]

Resumo: Em diagnóstico socioambiental realizado no entorno da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, São João do Cariri, PB, foram identificadas estratégias de convivência com a região semiárida. Através da aplicação de questionários, previamente estabelecidos nas propriedades rurais da microbacia hidrográfica e áreas circunvizinhas, seguindo a nomenclatura da Secretaria de Saúde do município, constatou-se que a captação da água de chuvas, através de cisternas de placas, é realizada por 45% dos entrevistados. Os pequenos açudes representaram também importante forma de captação, sendo utilizado por 28% dos entrevistados, seguido da utilização dos poços artesianos (20%). As condições sanitárias na região, de modo geral, são precárias, em que 56% eliminam os dejetos (esgoto) livremente no ambiente, e 36% dos resíduos sólidos são também eliminados dessa maneira, o que revela os riscos de contaminação dos recursos hídricos superficiais, que já são escassos na região.

Palavras-chave: chuva, captação de água, semiárido, São João do Cariri-PB.

INTRODUÇÃO

A convivência do homem com o semiárido brasileiro tem sido um dos maiores desafios dos últimos anos, não por falta de tecnologias, conhecimentos ou obras dirigidas, mas sim pela falta de políticas públicas de incentivos à produção e difusão de soluções práticas, específicas para os grupos familiares.

A chuva que cai nas propriedades rurais é, em geral, a única fonte de água disponível para manutenção das famílias e para o desenvolvimento das atividades agropecuárias. No entanto, a precipitação pluvial é variável em quantidade, intensidade, no espaço e no tempo. Portanto, é fundamental um aproveitamento eficiente deste recurso natural, quando da sua ocorrência, como uma estratégia de convivência com o semiárido.

Felizmente, e por iniciativa de organizações da sociedade civil, algumas soluções alternativas estão sendo colocadas em prática, não para resolverem definitivamente o problema da falta de água no sertão, mas para tornar mais suportável a vida das pessoas na região semiárida (Ximenez, 2003).

A coleta de água de chuva foi inventada isoladamente em diversas partes do mundo e em diferentes continentes há milhares de anos. Há dois mil anos, já se detinham informações da existência de um sistema integrado de manejo de água de chuva no deserto de Negev, hoje território de Israel e da Jordânia, e também o uso de cacimbas e tanques de pedras para armazenamento de água de chuva na China (Gnadlinger, 2006).

De acordo com a classificação climática de Koppen, o clima da microrregião do cariri paraibano é do tipo semiárido quente (BSh), onde a temperatura média mensal do mês mais frio é superior a 18 °C. Pires (2009) diz que os principais elementos da geologia e estrutura da província Borborema, na qual os municípios do Cariri estão inseridos, correspondem ao complexo granito – gnáissico – migmatítico de Pernambuco-Alagoas. Esse embasamento é cristalino de idade Pré-Cambriana, cujos terrenos destas áreas apresentam características de impermeabilidade que facilitam o escoamento superficial e diminuem as reservas hídricas subterrâneas.

[1] Geógrafa, Bolsista CNPq, Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Rua Aprígio Veloso, 881, Bodocongó, Campina Grande-PB. Fone: (83) 3337-4487, telmaluciax@hotmail.com
[2] Meteorologista, Professor Dr. do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande
[3] Doutorando em Recursos Naturais, UFCG
[4] Bióloga, UEPB
[5] Doutoranda em Recursos Naturais, UFCG
[6] Geógrafa, UEPB

Com relação à geomorfologia, o relevo apresenta-se predominantemente plano a levemente ondulado, tratando-se de área inserida numa superfície do território paraibano, rebaixada pelos ciclos de erosão (Teles, 2005).

Nessa conjuntura, esta comunicação pretende analisar as formas de captação de água e práticas sanitárias adotadas pela comunidade residente na microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, município de São João do Cariri-PB.

MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia hidrográfica do Riacho Namorado está localizada no município de São João do Cariri-PB (latitude: 7°20'12"S, longitude: 35°28'35"W), situado na mesorregião da Borborema e na microrregião do Cariri Oriental. A microbacia hidrográfica drena suas águas para o Açude Público Namorado e compõe a Sub-bacia hidrográfica do Rio Taperoá.

Foram aplicados previamente estabelecidos, nas propriedades rurais da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado, e áreas circunvizinhas, tomando-se como aspectos sugestivos as questões propostas pela metodologia de Rocha (1997), e adaptadas para a área de estudo, no semiárido brasileiro. Realizou-se a identificação das principais características organizacionais dessa comunidade, objetivando um completo diagnóstico das condições gerais: econômicas, sociais, ambientais e tecnológicas, sendo utilizadas neste trabalho aquelas relacionadas à captação de água e condições sanitárias da região.

Os questionários foram aplicados por residência e por família, seguindo a nomenclatura da Secretaria de Saúde do município, que divide o território em micro-áreas. Através da mobilização de Agentes Comunitários de Saúde, que atuam nas micro-áreas que englobam a microbacia hidrográfica do Riacho Namorado e o seu entorno, foram aplicados 25 questionários aos proprietários das unidades rurais.

A partir do registro das coordenadas geográficas (latitude e longitude) de cada propriedade rural onde foi aplicado o questionário, foi possível plotar os pontos obtidos sobre uma imagem de satélite (Figura 1).

Figura 1. Localização das propriedades rurais (onde foram aplicados os questionários) e delimitação da área da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado. Fonte: Google Earth (2011)

Foi possível realizar o diagnóstico abordando todas as pessoas residentes na área da microbacia do Riacho Namorado, sendo este fator bastante significativo para o estudo. Quanto aos aspectos éticos, todos os participantes foram informados dos objetivos do trabalho, consultados sobre a disponibilidade em participar do estudo e assegurados do sigilo das informações individuais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 2, a fonte de água mais utilizada para beber e para o consumo doméstico na região em análise é aquela originada de Cisterna (48%). As residências que não dispõem desse reservatório informaram o desejo de adquirir essa tecnologia de convivência com a região semiárida. Um percentual significativo (28%) utiliza a água dos pequenos reservatórios (açudes) dispostos ao longo da rede de drenagem e ainda 20% utilizam água de poços artesianos.

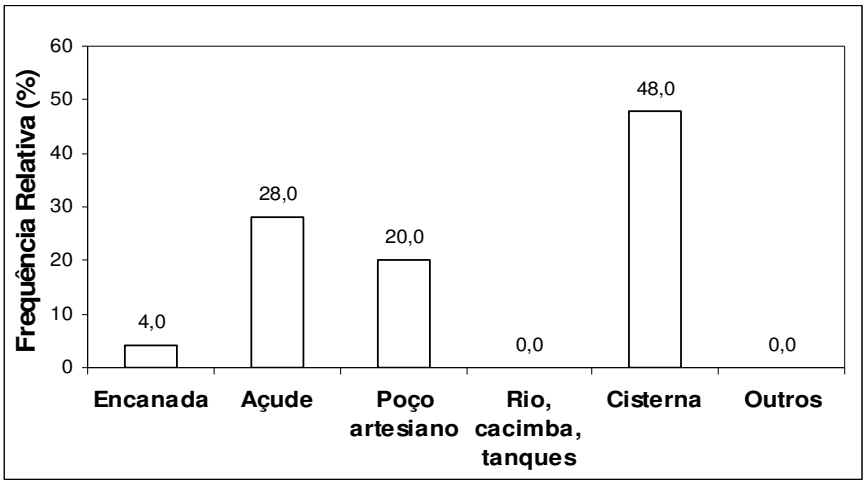


Figura 2. Tipos de fonte de água utilizados nas propriedades rurais da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB

Das 12 cisternas contabilizadas, oito foram construídas através do programa 1 Milhão de cisternas (P1MC), coordenado pela Articulação no Semi-Árido Brasileiro (ASA) Brasil, que é uma rede formada por várias organizações da sociedade civil (Figura 3B). As demais cisternas foram construídas com recursos próprios dos moradores, através da mobilização social da comunidade.

A. B.

Figura 3. (A) Pequeno açude localizado na região; (B) Cisterna anexa a residência. Microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB. Fotos obtidas pela autora em: 01/09/2011

Os açudes pequenos e mais antigos foram construídos pelo empirismo inevitável, devido às condições técnicas insatisfatórias da época. Essas deficiências (construção, dimensionamento e sangradouro) foram e são causa de arrombamentos, o que significa desperdício de capital e de recursos hídricos. Atualmente um grande problema ocorre devido a inexistência de manutenção destes reservatórios.

Barros (2010) diz que as águas dos pequenos açudes no semiárido estão sendo subutilizadas porque ocorrem perdas por evaporação e vertimento que poderiam ser minimizadas pela implantação de usos como a piscicultura extensiva e a agricultura irrigada que trariam benefícios sociais e econômicos para a região, possibilitando o melhoramento do aproveitamento destes recursos hídricos, isso teria um significativo impacto sobre a fixação do homem no campo e o desenvolvimento da região rural.

Quando a fonte de água é açude, o transporte é feito através de carroças movidas a força de animais. Esse tipo de abastecimento demanda tempo dos proprietários rurais, sendo uma das primeiras atividades realizadas no dia. Todos os entrevistados informaram que o tratamento da água armazenada é realizado com Cloro (Cl), distribuído pelos Agentes Comunitários de Saúde (ACS), e acrescentaram que em períodos de escassez hídrica o abastecimento é feito por carros pipas, cuja procedência da água é desconhecida. Esse abastecimento ocasional da operação pipa é feito pelo Exército Brasileiro, que não distribui a água em todas as propriedades, ficando muitas famílias condicionadas a comprar água para o suprimento de suas necessidades básicas. Para uma população não abastada economicamente, esse fato gera vários problemas e dificuldades sociais, ficando clara a problemática da insegurança hídrica na região.

Constatou-se também que as condições sanitárias são deficitárias nas propriedades rurais. No quesito destino dos dejetos observa-se que em 56% das propriedades a eliminação é livre (Figura 4), ocasionando risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. As fossas sépticas rudimentares foram identificadas em 44% das propriedades.

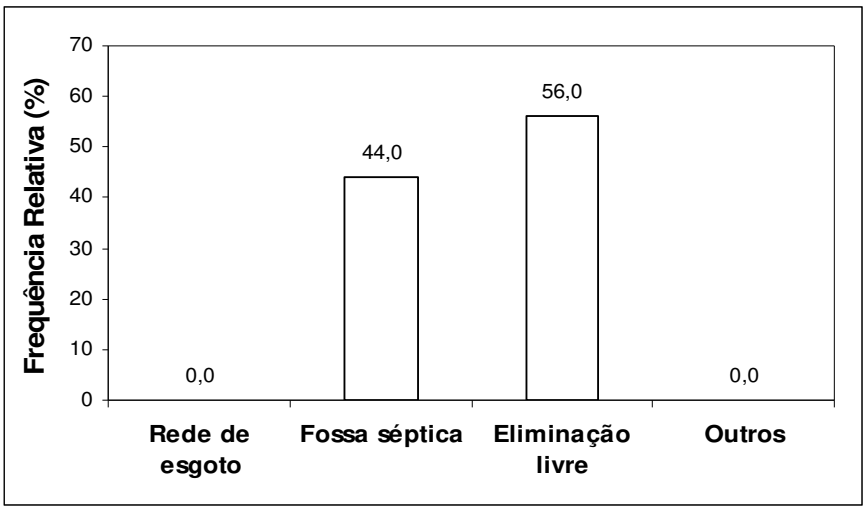


Figura 4. Destino dos dejetos (esgoto) na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança. São João do Cariri – PB

A Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007, denominada Lei do Saneamento Básico, estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e institui a Política Federal de Saneamento Básico, que tem como primeiro objetivo a universalização do acesso ao saneamento básico, abrangendo a zona urbana e a zona rural dos municípios. O saneamento básico é um dos principais indicadores da qualidade de vida e do desenvolvimento econômico e social.

Com relação à eliminação dos resíduos sólidos, com exceção da Fazenda Universitária da UFCG/UFPB, que por localizar-se próxima a sede urbana do município de São João do Cariri –PB tem seus resíduos coletados

pela prefeitura municipal, dentre outros benefícios como água encanada, as demais propriedades queimam ou eliminam os resíduos livremente no meio ambiente (60% e 36%), respectivamente (Figura 5):

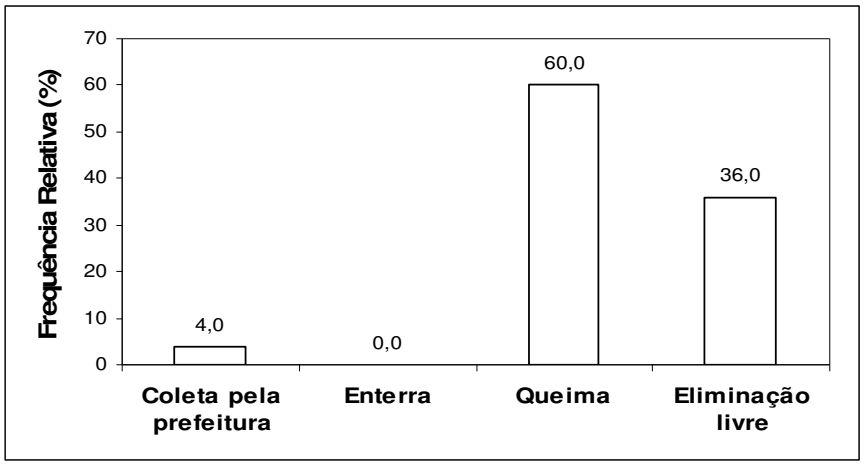


Figura 5. Eliminação dos resíduos sólidos na microbacia hidrográfica Riacho Namorado e circunvizinhança, São João do Cariri – PB

Os resíduos sólidos apresentam-se como uma questão problemática, pois não há recolhimento por parte da prefeitura. Essa realidade pode ser modificada a partir da implantação de coletores seletivos bem como práticas de educação e conscientização ambiental que visem a minimização da contaminação local, que inclusive pode trazer prejuízos a saúde e restrições ao uso dos recursos hídricos que já são escassos.

Essa situação crítica sanitária também foi identificada por Melo (2010) para as sub-microbacias do Riacho do Tronco, em Boa Vista-PB, tendo em vista que as propriedades não disponibilizam de rede de esgoto, utilizando fossas sépticas, cujo percentual médio é 53,1%. Com relação aos resíduos sólidos, em média 78,9% dos entrevistados enterram ou queimam os mesmos, por não haver sistema de coleta, isso quando não eliminam livremente no ambiente.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados conclui-se que as formas de captação de água mais utilizadas na região da microbacia hidrográfica do Riacho Namorado e do seu entorno, são a cisterna de placas e os pequenos açudes, que somados representam o abastecimento de 76% dos entrevistados. As condições sanitárias são precárias na região e oferecem riscos de contaminação desses recursos, sendo necessárias medidas mitigadoras para essa problemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, S. V. A. Otimização dos usos múltiplos em pequenos açudes na bacia do Açude de Sumé-PB. 2010, 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

Brasil. Lei nº 11.445, de 5 De janeiro de 2007. Estabelece Diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007- 2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 26 abr. 2011.

Gnadlinger, Johann. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semi-áridas. In: Kuster, Ângela; Marti, Jaime Ferre; Melchers, Ingo (Org.). Tecnologias apropriadas para Terras Secas: manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTS, 2006.

Melo, J. A. B. Diagnóstico físico-conservacionista e das vulnerabilidades como subsídio ao ordenamento territorial da microbacia do riacho do Tronco, Boa Vista, PB. 218 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

Pires, F. R. M. Arcabouço Geológico. In: CUNHA, S. B. da & J. A. T. GUERRA. (Orgs.) Geomorfologia do Brasil. 5. ed. Rio de janeiro: Bertrand, 2009. 392 p.

Rocha, J. S. M. Manual integrado de bacias hidrográficas. Santa Maria: Edições da UFSM, 1997, 446 p.

Teles, M. M. F. Cobertura vegetal do município de São João do Cariri - PB: I – Distribuição espacial da Caatinga II – Uso de lenha como fonte de energia. 2005, 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

Ximenez, Celso Lira. Proposta Metodológica Para um Programa de Micro- Reservatórios Alternativos de Água nos Sertões Semi-Áridos Brasileiros, Associado ao Resgate de Fósseis. 2003. 159f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

APÊNDICE

Questionário Socioambiental aplicado aos (às) produtores (as) rurais da microbacia do Riacho Namorado e circunvizinha, São João do Cariri-PB

Número do questionário: ____
Microbacia: Riacho Namorado
Município: São João do Cariri-PB
Propriedade: _____
Tamanho da propriedade (ha): _____
Coordenadas geográficas: _____
Entrevistado (a): _____
Profissão: _____

A – Variáveis Sociais

1. Demografia e Nível de instrução

1.1. Número total de pessoas na família
( ) 1 e 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ou mais pessoas. Homens: __ Mulheres: ___

1.2. Faixa etária dos membros da família (preencher com o número de pessoas para cada faixa)
Menos de 14 anos _____; entre 37 e 47 anos _____;
Entre 15 e 25 anos _____; entre 48 e 59 anos _____;
Entre 26 e 36 anos _____; acima de 60 anos _____

1.3. Há quanto tempo reside neste local?
( ) 1-2 anos ( ) 5-10 ( ) nativo ( ) 2-5 ( ) acima de 10 anos

1.4. Nível de instrução dos membros da família (preencher com o número de pessoas por faixa)
Analfabeto ____; ( ) Cursou o ensino médio incompleto _____;
Cursou até o 5° ano incompleto _____; ( ) Cursou o ensino médio completo _____;
Cursou até o 5° completo _____; ( ) Outro _____

2. Habitação

2.1Condição em relação à propriedade:
( ) proprietário ( ) arrendatário ( ) parceiro ( ) meeiro ( ) outra _____

2.2 Tipo de habitação
( ) taipa em mau estado ( ) taipa em bom estado
( ) alvenaria em mau estado ( ) alvenaria em bom estado

2.3. Tipo de telhado
( ) telha ( ) laje ( ) cimento amianto ( ) zinco ( ) palha

2.4. Tipo de fogão
( ) elétrico ( ) gás metano ( ) carvão vegetal ( ) lenha ( ) gás + lenha

2.5. Tratamento da água:
( ) Filtrada ( ) Fervida ( ) Tratada com cloro ( ) Não tratada ( ) Outros_____

2.6. Qual é a fonte de água? (consumo doméstico)
( ) Encanada ( ) Poço artesiano ( ) Cisterna
( ) Açude ( ) Rio, cacimba, tanques de pedra ( ) Outros _____

2.7. Com quais recursos a cisterna de placas foi construída?
( ) Recursos próprios ( ) ASA (Articulação do Semiárido)

2.8. Destino dos dejetos (esgoto)
( ) rede de esgoto ( ) fossa séptica rudimentar ( ) eliminação livre Outros _____

2.9. Eliminação do lixo
( ) coleta pela prefeitura ( ) enterra ( ) queima ( ) eliminação livre

2.10 Eliminação de embalagens de agrotóxicos
( ) devolução aos revendedores ( ) Reaproveita para outros fins ( ) não usa
( ) queima ( ) enterra

2.11. Tipo de energia
( ) Energia elétrica ( ) não tem ( ) solar, eólica, biogás etc.

3. Participação em organização
Pertence a alguma organização social? (associação, cooperativa, sindicato, etc.)
( ) Sim ( ) Não
Qual? _____

CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA PARA FINS DE ABASTECIMENTO VIA ÁGUA DA CHUVA[1]

Nircele da Silva Leal Veloso[2], Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes[3], Ellyton Valente Saraiva[4], Cristiane da Costa Gonçalves[5], Tony Carlos Dias da Costa[6] & Dênio Ramam Carvalho de Oliveira[7]

Resumo: Este trabalho teve por objetivo apresentar as características socioeconômicas das comunidades ribeirinhas das ilhas Grande e Ilha do Murutucu, localizadas ao entorno da cidade de Belém – PA, como subsídio à implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva para fins potáveis. Para tanto foram aplicados junto aos moradores formulários que continham perguntas abertas e fechadas a fim de coletar dados referentes ao número de habitantes, gênero, origem e tempo de moradia, número de pessoas por residência, nível de instrução e renda dos moradores.Osperfis socioeconômicos daspopulações das ilhas demonstram, em geral, nível baixo de escolaridade e de renda.Esta condição revela que os programas de implantação dos sistemas de abastecimento por meio de água da chuva devem: (1) ter os custos mais baixos possíveis tanto de construção, como de manutenção; e(2)ter programas de educação ambiental e de manutenção do sistema aos usuários.

Palavras-chave: Caracterização socioeconômica, Ilha Grande, Ilha Murutucu.

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista econômico a água e o petróleo pertenciam à lista de bens imensuráveis. Na qual o petróleo como combustível fóssil existe em quantidades esgotáveis, requerendo alto investimento na sua obtenção, já a água é um recurso renovável pelo ciclo hidrológico e distribuída de forma abundante pelo planeta. Entretanto a intervenção humana afetou negativamente este ciclo de renovação natural dos recursos hídricos. Diante deste cenário o aproveitamento de águas pluviais para fins potáveis se apresenta cada vez mais aceitável no contexto atual de sustentabilidade, principalmente em regiões onde existem deficiências na distribuição de água própria para o consumo humano, como é, ironicamente, o caso das ilhas da cidade de Belém.

Tal ação deve levar em consideração o nível de aceitação dos indivíduos que utilizarão o sistema de aproveitamento de água de chuva para fins de consumo humano. E atenta-se para o fato de isto pode estar intimamente relacionado ao grau de acessibilidade a informação que algumas comunidades apresentam. Para tanto se faz necessário um estudo mais detalhado de caracterização socioeconômica da região em que tais comunidades estão inseridas. Tais estudos revelam-se fundamentais para o entendimento da coletividade e de suas relações com o meio e suas possíveis alterações.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deu-se através da aplicação de formulários aos ribeirinhos habitantes das ilhas Grande e Murutucu, sendo realizadas expedições para aplicação dos mesmos. Sendo que as primeiras expedições

[1] Projeto Financiado pelo CNPq/CT-HIDRO (Processo no. 504.112/03-1) e pela FAPESPA edital Universal (apoio 141/2008)
[2] Eng. Civil. Especialista em Gestão Hídrica e Ambiental. Mestre em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local da Amazônia, NUMA/UFPA, professora do IFPA, Belém-PA. CEP 67145-300. Fone: (091) 3286-0526, e-mail: nircele@ig.com.br
[3] Geólogo, Mestre em Geofísica e Doutor em Desenvolvimento Socioambiental do Trópico Úmido/UFPA. Professor do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA)/IFPA
[4] Graduando em Engenharia Sanitária da UFPA. .Bolsista CNPq
[5] Engª Sanitarista. Mestranda em Engenharia Civil com ênfase a Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Bolsista CAPES
[6] Geólogo. Mestre em Geotecnia e Doutor em Geologia e Geoquímica. Professor da UFPA
[7] Engº Civil, Mestre em Estruturas e Construção Civil e Doutor em Estruturas. Professor do Instituto de Tecnologia da UFPA

ocorreram nos dias 12 e 15 de novembro de 2011, na ilha Grande e dias 19 e 27 de novembro e 04 de dezembro do mesmo ano na ilha do Murutucu, sempre no intervalo das 08:00h às 17:00h.

Os formulários objetivavam diagnosticar e caracterizar a sociedade local, para tanto, os mesmos abordavam perguntas de cunho socioeconômicas como: contingente populacional, gênero, tempo de moradia e origem, número de pessoas por residência, escolaridade e renda familiar. (ver anexo).

Os mesmos continham questões abertas e fechadas, e foram preferencialmente submetidos aos responsáveis pelas residências, nos casos em que o mesmos estivessem ausentes as perguntas eram aplicadas a moradores com idade superior a 18 anos, sendo tal procedimento adotado a fim de aumentar a confiabilidade das respostas ao formulário.

Na tentativa de evidenciar as relações existentes entre as ilhas, as variáveis abordadas pelos formulários foram analisadas separadamente e em um segundo momento de forma conjugada. Após a coleta dos dados estruturou-se um banco de dados no softwareSPSS13.0, onde foi obtido os parâmetros estatísticos: moda, frequências e cruzamentos. Os gráficos foram elaborados com o auxílio doExcell 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

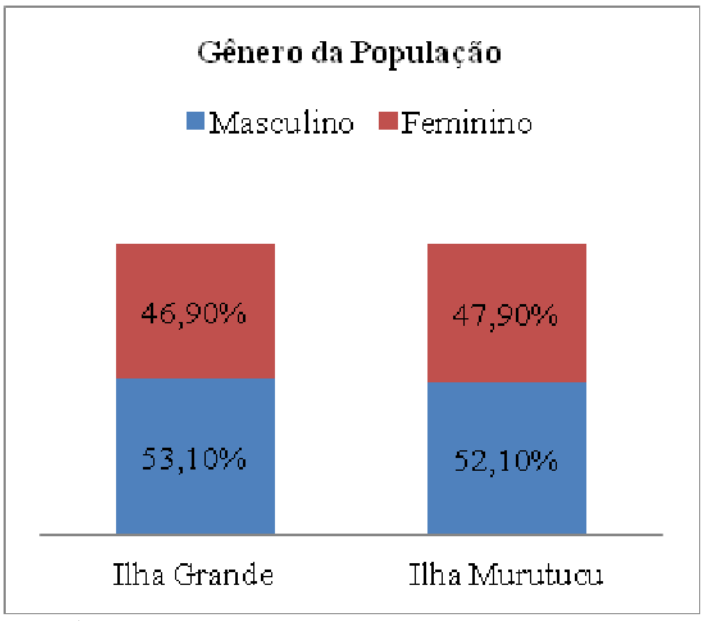
A partir dos dados coletados e do tratamento estatístico dos mesmos constatou-se que os domicílios entrevistados totalizaram 78,65% na ilha Grande e 87,92 % na ilha do Murutucu. O total de moradores nas ilhas é de 817 pessoas, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Número de moradores por ilha

Local	Moradores acima de 12 anos	Moradores até 12 anos	Total
Grande	192	96	288
Murutucu	357	172	529
Total	549	268	817

Fonte: Veloso, 2012

O perfil do gênero da população (ver Figura 1) revela que os homens são a maioria nas duas ilhas, com 53,1% na ilha Grande e 52,1% na ilha Murutucu.



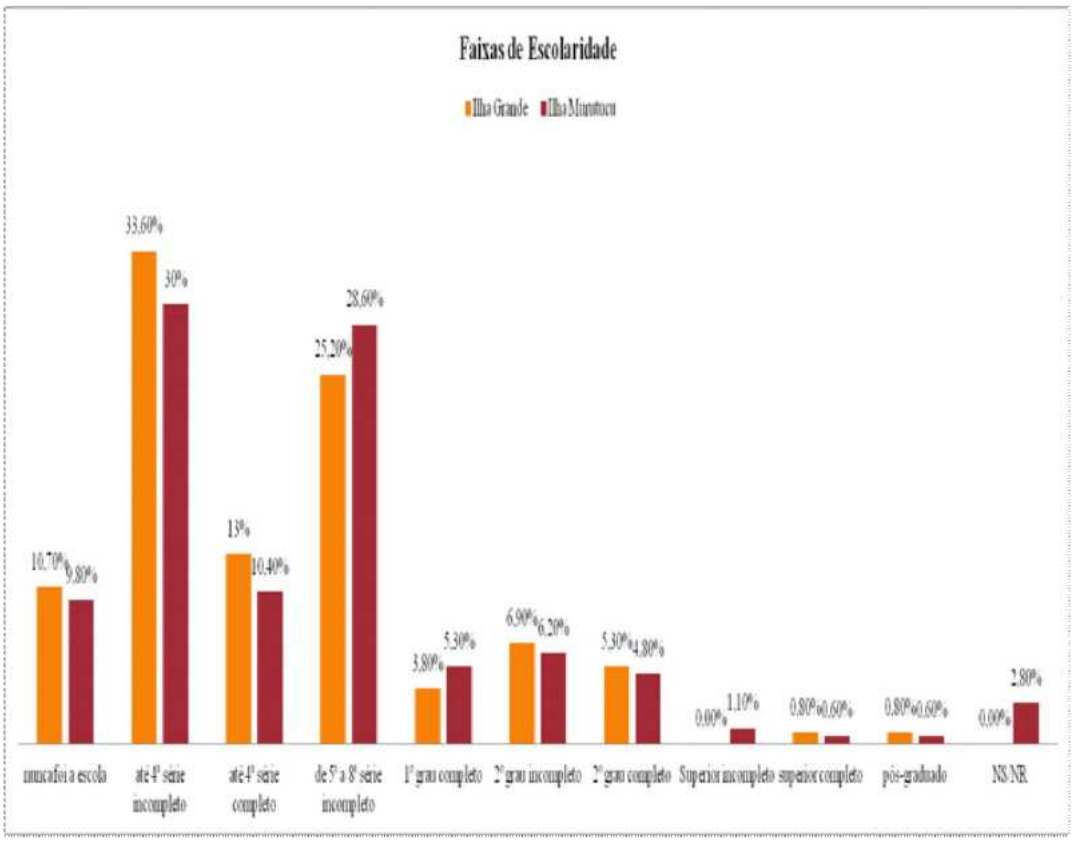
Fonte: Veloso, 2012

Figura 1. Número de moradores por ilha

E na análise do tempo de moradia constatou-se que o mesmo varia de 1 a 87 anos. Ressalta-se que para muitas famílias uma condicionante mais preponderante para o sentimento de posse, com relação ao lar, é o número de gerações que já viveram ou vivem no local.

Através das respostas dos moradores ao formulário, categorizou-se um tempo de moradia por ilha de cinco em cinco anos como um período razoável, sendo que o percentual de pessoas que lá moram, no intervalo de 1 a 5 anos (mais expressivo), é de 22,8% e 20,5% na ilha Grande e do Murutucu respectivamente, como visto na tabela abaixo:

A busca pelo perfil da escolaridade é muito relevante à pesquisa, uma vez da existência de outros parâmetros dependentes diretamente do nível de educação da população, como: tratamento despendido à água, educação ambiental, renda mensal familiar, consciência sanitária que o sistema de aproveitamento da água da chuva requer sensibilização à questão da água, percepção geral do sistema, entre outros. Os resultados encontram-se na Figura 2.



Fonte: Veloso, 2012

Figura 2. Escolaridade

Já quando se trata de fonte de renda, percebeu-se que a grande maioria dos moradores tem como atividade principal o extrativismo do açaí, pesca e artesanato, e é importante ressaltar que tais atividades estão sujeitas a sazonalidade, principalmente a extração de açaí, evidenciando uma diferenciação mensal nos ganhos dos moradores, que no período de entre safra costuma ser bem menor, como mostrado na Tabela 2.

Na ilha Grande, verificou-se que 80% da população anunciou ganhos mensais até R$ 817,50, ou seja, até 1,5 salários mínimos (valor do salário mínimoà época da coleta dos dados). Já na ilha Murutucu, 87% dos respondentes declararam receber também os supracitados rendimentos mensais. O fato de 65,6% dos moradores afirmarem que ganham menos de 1 salário mínimo é interessante na análise da sustentabilidade financeira, já que implica diretamente no poder de compra do sistema de aproveitamento da água da chuva.

Tabela 2. Renda mensal familiar por ilha

Local Renda Familiar	Ilha Grande Percentual (%)	Ilha Murutucu Percentual (%)
Menos de 1SM	44,3	65,6
Entre 1 e 1,5 SM	35,7	21,4
Entre 2 e 3 SM	14,3	6,1
Acima de 3 SM	4,3	4,6
NS/NR	1,4	2,3
Total	100,0	100,0

Fonte: Veloso, 2012

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Percebe-se com o estudo a necessidade da caracterização prévia da realidade socioeconômica da população para subsidiar a implantação de sistemas alternativos de abastecimento com a utilização de recursos pluviais.

A população total auxilia na gestão do consumo e previsão de demanda. A escolaridade aponta o nível de instrução que a comunidade detém e por consequência a facilidade de colaborar a com a eficiência do sistema, principalmente em termos de manutenção das condições sanitárias. A renda familiar é outro critério para a conservação da sustentabilidade do sistema. A família deve possuir o porte financeiro mínimo para a garantia do funcionamento do sistema.

A partir das análises dos resultados obtidos pela aplicação dos formulários concluiu-se que com relação ao contingente populacional a ilha do Murutucu apresenta quase o dobro do número de habitantes da ilha Grande.

Analisando-se o grau de escolaridade dos ribeirinhos observou-se que a maioria dos habitantes englobados na pesquisa cursou apenas até 4º série, e quando esses dados são cruzados com as faixas etárias de idade conferiu-se que essas pessoas apresentam idade entre 21 e 35 anos.

Em se tratando de rendimento familiar, constatou-se a partir das respostas dos ribeirinhos quanto aos formulários que grande parte dos moradores ganha menos de um salário mínimo em períodos de entre safra do açaí.

Partindo das conclusões supracitadas recomenda-se uma maior atenção do poder público com relação a infraestrutura educacional e programas de aumento de renda familiar, em vista da melhoria da qualidade de vida das comunidades ribeirinhas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, a Fundação de Amparo a Pesquisa do Pará (FAPESPA) e IFPA pelo apoio financeiro que deram condições ao desenvolvimento destas pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGÁFICAS

Veloso, N.S.L. Aproveitamento da água da chuva e desenvolvimento local: o caso das ilhas de Belém. Belém: UFPA, 2012. Dissertação de Mestrado.

ANEXO

Perguntas de âmbito socioeconômico contidas no formulário.

P1. Nº de pessoas?(Anotar)

P2. Sexo?

1.Masc. M
2. Fem. F

P3. Qual sua idade? (Anotar)

P4. Estudou até que série?

1. Não foi a escola
2 1º Grau (até a 4ª. Série) incompleto
3 1º Grau (até a 4ª. Série) completo
4 1º Grau (de 5ª a 8ª Série) incompleto
5 1º Grau (5ª a 8ª. Série) completo)
6 2º Grau incompleto
7 2º Grau completo
8 Superior incompleto
9 Superior completo
99. NS/NR

P5. Tempo de moradia?

Anotar
99. NS/NR

P6. Origem?
Anotar estado e cidade
99. NS/NR

P7. Pratica atividade remunerada?
1. Sim
2. Não
99. NS/NR

P8. Quantas crianças menores que 5 anos moram em sua casa?

1 ( ) 1	3 ( ) 3	5. ( ) 5 ou mais
2 ( ) 2	4 ( ) 4	6. ( ) nenhuma

P9. Quantas crianças de 6 a 12 anos moram em sua casa?

1 ( ) 1	3 ( ) 3	5. ( ) 5 ou mais
2 ( ) 2	4 ( ) 4	6. ( ) nenhuma

P10. Somando a renda de toda a sua família. Qual o valor por mês?
1 ( ) < R$ 545,00 2 ( ) De R$ 545,00 a R$ 817,50 3 ( ) De R$ 1.090,00 a R$ 1635,00
4 ( ) > de R$ 1635,00 100 ( ) Outro. Quanto? R$_____ 99 ( )NS/NR

APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM ESCALA LOCAL: O CASO DAS ILHAS DE BELÉM/PA

Nircele da Silva Leal Veloso[2] & Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes[3]

Resumo: O objetivo desse trabalho é divulgar o panorama geral das experiências de aproveitamento da água da chuva em ilhas da cidade de Belém. A metodologia tem caráter bibliográfico e baseia-se em dados das produções acadêmicas e científicas locais, informações adquiridas em visitas *in locu* e registro fotográfico das iniciativas. Perceber que as ilhas de Belém apresentam experiências variadas de aproveitamento da água pluvial, avançadas ou rudimentares, em operação ou inoperantes, mostra que apesar do consenso não crer, devido à abundância na Amazônia, na necessidade dos ribeiros por água de qualidade, há uma busca pelo recurso. Espera-se que o estudo contribua com pesquisas futuras acerca da temática.

Palavras-chave: Aproveitamento da água chuva, Belém, Amazônia.

INTRODUÇÃO

O aproveitamento da água da chuva é uma técnica bastante difundida no semiárido brasileiro e vem sendo usado para equacionar os sérios problemas de escassez de água que a região padece. Em ilhas, pelo próprio conceito, parece ser uma ação improvável, mas que por peculiaridades locais, vem sendo praticada. Desde 1949, o arquipélago de Fernando de Noronha conta com um sistema que fora construído pelas forças norte-americanas. (May, 2004).

Dessa forma, a utilização do abastecimento de água via recursos pluviais em regiões insulares da Amazôniaparece ser ainda mais paradoxal. É inconcebível que uma localidade, reconhecida mundialmente como uma das maiores reserva de água doce, venha sofrer com problemas relacionados ao fornecimento de água.Estudos locais revelam claramentea má qualidade e a dificuldade de acesso à águacomo os grandes entraves do sistema. Assim assegura-se que a fartura do recurso não é suficiente para o alcance da sustentabilidade total do sistema de abastecimento (Mendes, 2005; Fenzelet al., 2010; Barp, 2004;Aragón, 2004).

Dessa forma, a gestão da água da chuva além de promover o manejo racional do recurso, vem satisfazer necessidades locais, uma vez que retira a população da situação de risco vivida em virtude do consumo inadequado de água, estimulando o desenvolvimento humano e a melhoria nas condições de vida para as coletividades amazônicas ribeirinhas.

Com isso, o objetivo do artigo é divulgar o panorama geral das experiências de aproveitamento da água da chuva em ilhas da cidade de Belém, e assim contribuir com pesquisas futuras acerca da temática.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho é fruto das pesquisas da dissertação de mestrado desenvolvidas por Veloso (2012) e consiste em um levantamento das experiências, em escala local, do aproveitamento da água da chuva no município de Belém, estado do Pará, mais precisamente em suas áreas insulares. A capital paraense possui 39 ilhas, que juntas representam cerca de 65% de sua superfície, ou seja, 32.993,61 hectares. (Belém, 2011).

[1] Projeto Financiado pelo CNPq/CT-HIDRO (Processo no. 504.112/03-1)e pela FAPESPA edital Universal (apoio 141/2008)
[2] Engª. Civil. Especialista em Gestão Hídrica e Ambiental. Mestra em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, NUMA/UFPA, Professora do IFPA, Belém-PA. CEP 67145-300. Fone: (091) 3286-0526, e-mail: nircele@ig.com.br
[3] Geólogo, Mestre em Geofísica e Doutor em Desenvolvimento Socioambiental do Trópico Úmido/UFPA. Professor do Núcleo de Meio Ambiente (NUMA)/IFPA

Os dados se baseiam em produções acadêmicas e científicas locais (trabalhos acadêmicos de conclusão, dissertações, projetos de pesquisas), informações adquiridas em visitas *in locu*com moradores e registro fotográfico das iniciativas já executadas e em fase de implementação. Assim será possível conhecer a situação dos sistemas instalados no que tange a forma de gestão, funcionalidades e metodologia de desinfecção da água, já que todas as iniciativas tratam do uso potável em comunidades ribeirinhas.

São objetos desse trabalho seis ilhas, três localizadas na porção sul de Belém: Combú, Grande e Murutucu; e as outras situadas ao extremo leste da capital paraense: Nova, Jutuba e Urubuoca. A ilha Grande dista 12,2km da capital paraense, Murutucu está localizada a 9 km de Belém, Combú distante 2,0km da sede do município. De Belém as outras ilhas o acesso é mais difícil. As distâncias são Jutuba15 km, Urubuoca 13 km e ilha Nova 14 km. A Figura 1 apresenta a distribuição espacial das ilhas.

Fonte: Google Mapas, 2012

Figura 1. Recorte espacial do estudo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estado do Pará, a primeira experiência institucional registrada sobre o aproveitamento da água da chuva foi, em 2004, a implantação do projeto "Água limpa é vida". O sistema apresentava uma cisterna segundo os moldes das construídas na região do semiárido nordestino, (Rosa, 2011) ver Figura 2. Trata-se de uma ação

Fonte: Veloso, 2012

Figura 2. Cisterna na ilha Grande

multi-institucional entre a Sociedade Bíblica do Brasil – SBB, o Ministério de Desenvolvimento Agrário – MDA, o projeto Dom Helder e a Diaconia.

A cisterna, com capacidade para 16 mil litros de água, foi edificada na ilha Grande, localizada na porção sul de Belém. O sistema fora implantado para servir a comunidade em geral e a Escola de Ensino Fundamental São José. Atualmente, o modelo encontra-se inoperante.

Em 2006, outra região insular de Belém foi agraciada como o Projeto "Água em Casa, Limpa e Saudável" promovido pelaCáritas Metropolitana de Belém – Camebe, uma associação de direito privado de fins religiosos.O projeto inicialmente foi instalado nas ilhas Jutuba e Urubuoca, posteriormente expandido para ilha Nova, totalizando cerca de 370 moradores beneficiados com 163 sistemas instalados, segundo Souza (2012).

Segundo a Camebe (2007), o objetivo principal da iniciativa é implantar sistemas de coleta e tratamento de água da chuva para as famílias das ilhas que vivem com falta de disponibilidade de água potável. O projeto consiste no armazenamento da água da chuva, sem descarte inicial, que através de calhas e tubos instalados nas casas é direcionada aos reservatórios, e então utilizada pelas famílias, conforme Figura 3.

Fonte: Camebe, 2007

Figura 3. Modelo de sistema de coleta de água de chuva da Camebe

A tecnologia utilizada para a desinfecção da água e o Sistema de Desinfecção Solar – SODIS. Esta tecnologia não foi totalmente apreendida pelos ribeirinhos o que comprometeu a qualidade da água. O relatório final do projeto, capitaneado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará IFPA e a Universidade da Amazônia – UNAMA concluiu que:

> [...] os aspectos pouco exitosos são a apropriação limitada do projeto por partedas comunidades envolvidas que, ao não operar a tecnologia de tratamento de águaimplantada de forma correta, comprometeu a produção de água potável e contribuiu paramanter inalterado o quadro de morbidades por enteroparasitoses prevalente nas ilhas. (Souza, 2012).

O Grupo de Pesquisas Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia da Universidade Federal do Pará – UFPA, através do Núcleo de Meio Ambiente – NUMA em parceria com o Instituto de Tecnologia – ITEC, desde 2009, promove uma iniciativa que visa "desenvolver modelos de sistemas de abastecimento e projetos construtivos dehabitações de interesse socialusando como alternativa a água da chuva a fim de viabilizaro acesso de comunidades ribeirinhas amazônicas a água potável." (Oliveira, 2009).

Em 2011, houve a instalação de dois protótipos, que abastecem juntos 32 ribeirinhos. Na ilha Grande o modelo proposto apresenta quatro reservatórios de autolimpeza, dois filtros, caixa d' água superior de 500 l e

inferior de 310 l, de acordo com a Figura 4a. Na ilha Murutucu, que conta com um sistema de menor porte, há dois reservatórios de autolimpeza, um filtro, duas caixas d'água de 310 l, conforme a Figura 4b.

A. B.

Fonte: Cristiane Gonçalves, 2011

Figura 4. (A) Sistema instalado na ilha Grande. (B) Sistema instalado na ilha Murutucu

A sustentabilidade do modelo de abastecimento é analisada segundo os critérios de disponibilidade de demanda, qualidade da água, facilidade de acesso ao recurso e custo. O sistema se mostra sustentável quanto à demanda/consumo e ao acesso. Financeiramente, em virtude do perfil econômico da população, imputa-se a compra como parcelada ou ainda o financiamento público como garantia da sustentabilidade. Encontra-se em andamento a avaliação dos parâmetros qualitativos da água, entretanto enfatiza-se que já existe uso de hipoclorito de sódio. Destaca-se que socialmente a alternativa vem trazer uma série de benefícios à população, incrementando o bem estar e a qualidade de vida aos moradores.

Existem casos isolados de sistemas domésticos improvisados pelos moradores, conforme Figura 5. Esta iniciativa foi uma ação exitosa, posto que atendeu parte das necessidades de água potável da família em questão. Pela atuação, este domicílio recebeu posteriormente um protótipo do grupo de pesquisas Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia, da UFPA.

Tem-se ainda uma iniciativa organizada em 2009 pela associação de moradores da ilha do Combú. Consta de um sistema de captação da água da chuva e distribuição via conjunto elevatório de característica afogada, localizado na comunidade Piriquitaquara.Atualmente não há procedimento de coleta de água, haja vista o péssimo estado de conservação. Há falhas construtivas e risco de proliferação de insetos, como demonstra a Figura 6.

A concepção do projeto mostra não apresentar base técnica. Percebe-se a tentativa de replicação do modelo da ilha Grande promovida pela SBB, em 2004. A iniciativa foi uma ação concebida inteiramente pelos dirigentes da associação e moradores. Esta experiência vem a ser uma excelente fonte de reflexões e estudos futuros, pois demonstra iniciativa, observação contextual e mostra claramente a demanda local por água da chuva

Fonte: Veloso, 2012

Figura 5. Sistema de captação da água da chuva improvisado por moradores

Fonte: Veloso, 2012

Figura 6. Cisterna na Ilha Piriquitaquara

como forma de abastecimento potável. É importante frisar que a iniciativa, apesar de não vitoriosa, revela o grande esforço coletivo da comunidade por meio da associação de moradores locais.

CONCLUSÕES

Com esse levantamento foi possível perceber que as ilhas de Belém apresentam experiências variadas de aproveitamento da água pluvial. Avançadas ou rudimentares, em operação ou inoperantes, mostram que apesar do consenso não crer, devido à abundância de recursos hídricos na Amazônia, na necessidade de água de qualidade dos ribeirinhos, há uma busca pelo recurso.

Outro fator importante observado na pesquisa é a constatação de várias iniciativas de aproveitamento da água da chuva, em escala local, por parte dos atores sociais envolvidos: entes públicos, organizações não governamentais, associação de moradores, instituições de ensino e até mesmo individualmente com o improviso de alguns ribeirinhos. Porém, é notória a falta de articulação, entre os mesmos, em favor da eficiente gestão integrada do fornecimento de água.

Em virtude das peculiaridades geográficas (vegetação, clima, geologia, entre outros) e aspectos político-financeiros envolvidos, a maioria das ilhas não conta com sistema autônomo de abastecimento de água. Nesse

sentido observa-se ainda que, como sistema alternativo de abastecimento de água, o aproveitamento da água da chuva se mostra uma estratégia inteligente de gestão local.

Dessa forma, há oportunidade de busca e difusão de técnicas que aperfeiçoem os sistemas atuais de captação da água da chuva e modelos inovadores, que promovam o abastecimento de água potável às populações típicas da Amazônia, que precisam desse recurso a sua sobrevivência.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, a Fundação de Amparo a Pesquisa do Pará (FAPESPA) e ao IFPA pelo apoio financeiro que deram condições ao desenvolvimento destas pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragón, L. E. The question of water in the Amazon. In: Aragón, L. E.; Clüsener-Godt, M. (Eds.) Ussuesof local and global use of water from the Amazon. Montevideo: UNESCO, 2004.

Barp. A. R. A água doce na Amazônia: Ontem e Hoje: O caso do Pará. In: SOUZA, E.L; UHLU, S (Org.). A questão da água na Grande Belém. Belém: UFPA, Casa de Estudos Germânicos, 2004. p.71-102.

Belém. Secretaria Municipal de Coordenação Geral do Planejamento e Gestão. Anuário Estatístico do Município de Belém. v. 15, 2010. Belém, 2011.

Camebe. Água em casa, limpa e saudável. Belém, PA: CÁRITAS METROPOLITANA DE BELÉM, 2007. CD-ROM

Daniel, L. A. (coord.). Métodos alternativos de desinfecção da água. São Carlos: Rede Cooperativa de Pesquisas/ Programa de Pesquisas em Saneamento Básico, 2001. Disponível em <http://www.finep.gov.br/prosab/produtos.htm>. Acesso em: 20 de abril 2011.

Fenzel, N; Mendes, R. L. R; Fernandes, L. L. A sustentabilidade do sistema de abastecimento de água: da captação ao consumo de água em Belém. Belém: NUMA/UFPA, 2010.

May, S. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/>. *Acesso em: 24 janeiro2011.*

Mendes, R.L.R. Indicadores de sustentabilidade do uso doméstico da água. Belém: Núcleo de Altos Estudos Amazônicos/UFPA, 2005. Tese de Doutorado.

Oliveira, D. R. C. Aproveitamento de Água da Chuva na Amazônia. Belém, Universidade Federal do Pará: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2009. Projeto: MCT/CNPq/CT-HIDRO n. 21.

Rosa, R. G. Aproveitamento de águas pluviais para consumo potável – estudo de caso: município de Belém-PA. Belém: UFPA, 2011.Dissertação de Mestrado.

Souza, C.M. N. Sistema de captação de água de chuva para atendimento à populações tradicionais em Ilhas de Belém: Avaliação de impactos decorrentes. Belém, 2012 (Relatório Técnico Final, Processo: 576901/ 2088-3).

Veloso, N.S.L. Aproveitamento da água da chuva e desenvolvimento local: o caso das ilhas de Belém. Belém: UFPA, 2012. Dissertação de Mestrado.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

UTILIZAÇÃO DOS TANQUES DE PEDRA COMO FONTE DE ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM UMA COMUNIDADE RURAL NO MUNICÍPIO DE TAPEROÁ - PB

José Thyago Aires Souza[1], André Aires de Farias[2], Roberto Carlos Cavalcante Ferreira[3], Juliane Neves de Lucena[4] & Suenildo Jósemo Costa Oliveira[5]

Resumo: A utilização dos tanques de pedra como fonte alternativa de armazenamento de água é uma prática de grande importância de convivência com o semi árido, tendo em vista a utilização desta água para o beneficiamento humano e animal, Objetivou-se com este trabalho compreender a dinâmica ecológica e de utilização dos tanques de pedra rurais por produtores rurais no município de Taperoá no Cariri Paraibano. A Pesquisa foi realizada no ano de 2011 no Sítio Serra no município de Taperoá-PB. Verificou-se que há uma presença significativa dos tanques de pedra na região em estudo, sendo estes uma alternativa de grande importância para o armazenamento de água nesta região, observou-se que os tanques de pedra contribuem de maneira expressiva para o desenvolvimento sustentável, Sendo que a utilização deste tipo de reservatório não deve ser considerada como uma total solução para os problemas de abastecimento de água no Semi árido, mas como uma fonte complementar de armazenamento de água. Conclui-se que Os tanques de pedra são de grande importância para suprir as necessidades complementares de água para famílias rurais do sítio Serra no município de Taperoá – PB, a otimização do uso destes reservatórios se torna mais uma importante prática de convivência com a escassez de água no Semi árido.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Semi-árido, Desenvolvimento Sustentável.

INTRODUÇÃO

A água é recurso natural fundamental para a geração e manutenção da vida. No Semi Árido não é diferente, porém nesta região as condições edafoclimáticas não permitem acumulações hídricas satisfatórias, tendo em vista principalmente à estrutura geológica, na sua maior parte formada pelo cristalino, a alta temperatura e consequentemente a alta taxa de evaporação.

No Semi árido, em consequência da má distribuição de chuvas no tempo e no espaço, há localidades que arcam com os efeitos da estiagem no período de entressafra. Em muitas delas, comunidades são obrigadas a caminhar longas distâncias em busca de água. Elas não contam com serviços de água canalizada; portanto necessitam buscá-la in situ, o que permitiu a observação da natureza. Essa mesma observação das condições ambientais e, mais atentamente, dos ciclos naturais é que lhes permite desenvolver a habilidade de prever os períodos de chuva ou de estiagem em sua comunidade, antecipando uma informação que os leva a adequar-se às condições que estão por vir. Diegues (2005).

A coleta de água de chuva foi inventada isoladamente em diversas partes do mundo e em diferentes continentes há milhares de anos. Há dois mil anos, já se detinham informações da existência de um sistema integrado de manejo de água de chuva no deserto de Negev, hoje território de Israel e da Jordânia, e também o uso de cacimbas e tanques de pedras para água de chuva na China GNADLINGER (2006).

Estas tecnologias de captação e manejo de água de chuva costumam ser chamadas de "tecnologias sócias" (GNADLINGER, 2006) ou sociais, como são mais conhecidas. Elas estão espalhadas por todo lugar, mas, por serem extremamente simples, nem sempre o status de tecnologia lhes é facilmente conferido (LASSANCE JUNIOR e PEDREIRA, 2004).

[1] Graduando em Agroecologia, Campus II, UEPB, Lagoa Seca – PB. Fone: (083) 8806-1782. Email: thyagotaperoa@hotmail.com. Rua Ester Carneiro Vilar, 87, Vila Popular, Taperoá-PB
[2] Doutorando em Recursos Naturais, CTRN - UFCG
[3] Graduando em Tecnologia em Agroecologia - UFCG
[4] Graduanda em Engenharia Florestal - UFCG
[5] Professor do Departamento de Agroecologia e Agropecuária – UEPB

A utilização dos tanques de pedra como uma fonte alternativa de captação de água no Semi árido brasileiro não é uma novidade. As populações rurais que vivem próximas aos mesmos utilizam esses reservatórios com bastante frequência, havendo registros que remontam ao Século XIX (BRAGA, 1962). Em muitas propriedades é feito o desentulhamento total dessas depressões durante a estação seca do ano, para aumentar a capacidade de acumulação e armazenar mais água na estação chuvosa seguinte.

Objetivou-se com este trabalho compreender a dinâmica ecológica e de utilização dos tanques de pedra por produtores rurais do Sítio Serra no município de Taperoá no Cariri Paraibano, tendo em vista a sua utilização como fonte de convivência com o semi árido.

MATERIAL E MÉTODOS

Para se estudar a dinâmica dos tanques de pedra e a importância deles dentro do contexto ecológico e de utilização destes reservatórios naturais pelos produtores rurais, escolheu-se a comunidade rural da Serra localizada no município de Taperoá localizado no Cariri Paraibano.

O Município de Taperoá-PB (Brasil) está localizado na microrregião do Cariri Ocidental (7º 12" 23" Sul - 36º 49" 25" Oeste) Figura 1. O município está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros (CPRM 2005). Possui área territorial de 640 km². (IBGE, 2006). O município está incluído na área geográfica de abrangência do Semi árido brasileiro.

Figura 1. Localização geográfica do município de Taperoá-PB

A Pesquisa foi realizada no ano de 2011, a comunidade da Serra foi escolhida devido à predominância dos tanques de pedra, e da grande utilização deste recurso natural por parte dos produtores rurais, sendo estes de grande importância como mais uma opção para o armazenamento de água que serve tanto para o consumo humano como para os animais, exercendo uma importante forma de convivência com o Semi árido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que há uma presença significativa dos tanques de pedra na região do sítio Serra no município de Taperoá - PB, sendo estes uma alternativa de grande importância para o armazenamento de água nesta região, sendo que em alguns casos são construídas paredes de alvenaria para aumentar a sua capacidade de armazenamento (Figura 2), tendo em vista a satisfação hídrica de pequenos grupos familiares e de animais.

A. B.

Figura 2. (A) Parede de alvenaria construída para aumentar a capacidade hídrica do tanque de pedra, Taperoá – PB. (B) Tanque de pedra região do Sítio Serra, Taperoá - PB

Dentro deste contexto de necessidade hídrica sabe-se que qualquer acumulação extra é muito bem-vinda. Assim, a otimização de aproveitamento dos tanques naturais como reservatórios alternativos se torna mais uma opção dentro do contexto dos princípios de convivência com o Semi árido, principalmente em áreas desertificadas. A água acumulada nestes tanques é uma reserva estratégica e bastante importante na maior parte da população daquela região, já que não dispõe – se de grandes reservatórios de água, pois enquanto os tanques estão cheios evitam-se deslocamentos até outros reservatórios, como poços tubulares e amazonas que na maioria das vezes localizam-se distantes da maioria dos moradores daquela região.

Observou-se que os tanques de pedra contribuem de maneira expressiva para o desenvolvimento sustentável daquela região, tendo em vista os benefícios trazidos as famílias que têm o privilégio de possuírem um reservatório em sua propriedade rural, assim como as cisternas de placa que é outro exemplo de pequeno reservatório que vem dando resultados significativos como prática de convivência com o Semi árido.

A utilização do tanque de pedra como reservatório hídrico não deve ser considerada como uma total solução para os problemas de abastecimento de água no Semi árido, mas como uma fonte complementar de armazenamento de água nos lugares onde eles são explorados.

Ximenes 2003, constata que a inexistência de literatura específica sobre a dinâmica ecológica dos tanques naturais que são reservatórios de suma importância para a convivência com o Semi árido, sendo esta uma significativa fonte de pesquisa merecendo, portanto maior atenção, pois com certeza comprovará a importância dessa reserva de água também para a fauna local e para a própria qualidade da água.

CONCLUSÕES

Os tanques de pedra são de grande importância para suprir as necessidades complementares de água para famílias rurais do sítio Serra no município de Taperoá - PB.

A otimização do uso destes reservatórios se torna mais uma importante prática de convivência com a escassez de água no Semi árido, exercendo importante função como ferramenta complementar no suprimento das necessidades hídricas humanas e dos animais.

A utilização destes reservatórios não deve ser considerada como uma total solução para os problemas de abastecimento de água na região, mas como uma fonte complementar nos lugares onde eles ocorrem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Braga, R. (1962). História da Comissão Científica de Exploração. Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará. 445 p.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Taperoá, estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEM, 2005. Disponível em: http://www.cprm.gov.br, Acesso em 25 de out. 2011.

Diegues, Antônio Carlos. Aspectos Sócio- Culturais e Políticos da Água. São Paulo: Plano Nacional de Recursos Hídricos – MMA, 2005.

Gnadlinger, Johann. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semi-áridas. In: KÜSTER, Ângela; MARTÍ, Jaime Ferre; MELCHERS, Ingo (Org.). Tecnologias apropriadas para Terras Secas: manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTS, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE , Censo Populacional 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acessado em: 10 de Março de 2012.

Lassance junior, antonio e.; Pedreira, Juçara Santiago. Tecnologias sociais e políticas públicas. In: Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. 116p. Disponível em: <http://www.rts.org.br/publicacoes/arquivos/tecnologia_social_uma_estrategia_e_desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2012.

Ximenez, Celso Lira. Proposta Metodológica Para um Programa de Micro- Reservatórios Alternativos de Água nos Sertões Semi-Áridos Brasileiros, Associado ao Resgate de Fósseis. 2003. 159f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS CONTEXTUALIZADAS E PARTICIPATIVAS NAS CAPACITAÇÕES PARA AGENTES COMUNITÁRIOS DE SAÚDE NO ESTADO DA BAHIA

Maria Auxiliadora Freitas dos Santos[1], Pollyana da Silva de Magalhães[2] & Sandra Maria Furiam Dias[3]

APRESENTAÇÃO

O presente relato de experiência apresenta a metodologia utilizada na capacitação em Gerenciamento de Recursos Hídricos e Convivência com o Semiárido, tendo como público Agente Comunitários de Saúde (ACS) distribuídos em municípios do Estado da Bahia, área de atuação do Movimento de Organização Comunitária (MOC). Nessa região o MOC desenvolve atividades educativas contínuas para o desenvolvimento sustentável local e o fortalecimento da Agricultura Familiar.

A capacitação para os Agentes Comunitários de Saúde iniciou em 2007, quando as entidades da Articulação do Semiárido (ASA) firmaram convênios para a implantação de cisternas no Estado da Bahia através do Programa Água para Todos, na qual se destacou a necessidade de inserir outros atores sociais como os ACS, Professores, Líderes Comunitários, dentre outros, para auxiliar no processo de manutenção da qualidade água de chuva armazenada nas cisternas rurais. Os parceiros que atuaram nesta iniciativa foram: ASA Bahia, Governo do Estado da Bahia: Programa Água para todos, Secretaria Estadual de Saúde e Secretarias Municipais de Saúde dos Municípios contemplados com as cisternas.

OBJETIVOS

A referida atividade teve como objetivo geral capacitar os ACS para a sustentabilidade do Programa Água para Todos: Projeto Cisternas nas questões relacionadas ao manuseio, gerenciamento, tratamento da água armazenada em cisternas rurais e mecanismos de convivência com o semiárido.

Os objetivos específicos foram: Promover a reflexão entre os ACS a respeito das políticas de combate à seca e as diversas estratégias de convivência com o semiárido; Subsidiar os ACS na compreensão dos processos que originaram as cisternas, a importância da ASA, do MOC e do Programa Água para Todos e Instrumentalizar os ACS para orientação das famílias sobre as ações de manuseio, gerenciamento e tratamento da água armazenada nas cisternas em suas atividades cotidianas

DESENVOLVIMENTO

O curso teve uma duração de 16 horas, distribuído em dois dias seguidos. Para desenvolver os objetivos definidos, o trabalho foi dividido em três momentos interrelacionados. A metodologia elaborada baseou-se na discussão e (re)construção dos temas propostos.

No primeiro momento (ao qual está relacionado ao primeiro objetivo específico), os ACS responderam as seguintes questões: A)Para você, o que é semiárido? B)Qual a diferença entre política de combate à seca e política de convivência com o semiárido?Cite alguns exemplos. C)Você, enquanto Agente Comunitário de Saúde, participa de qual política (combate ou convivência com a seca)? Como? D) Qual a importância das atividades do Agente Comunitário de Saúde nas políticas de convivência com a seca?

[1] Bióloga e Mestre em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Estadual de Feira de Santana. Departamento de Tecnologia. Rua Cornélio Paes, n.60, casa 01, Ginásio. (75)9106-5601. E-mail: dorafreitas2004@yahoo.com.br
[2] Bióloga e Mestre em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Estadual de Feira de Santana
[3] Graduada em Engenharia Civil, Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental e Doutora em Saúde Pública

Para responder estas perguntas, os ACS foram divididos em quatro grupos, organizados de forma a propiciar a heterogeneidade das discussões. Cada grupo recebeu material didático, como papel metro, piloto, fita adesiva e tarjetas em branco para responder uma das questões. Ao finalizar o trabalho, os grupos apresentaram os resultados na plenária. Neste momento não houve interferência dos participantes. Em seguida, a mediadora reapresentou cada cartaz confeccionado, estimulando as discussões de forma a completar, concordar ou discordar o que foi apresentado. Em relação ao primeiro questionamento, um dos grupos respondeu: "*Aqui chove, mas chove muito de uma vez só. As plantas como mandacaru, palma, umbu e sisal são plantas da região semiárida, pois elas têm características que permitem sua adaptação a este ambiente*". Esta reflexão possibilitou desmistificar o conceito da seca tão difundida em diversos meios de comunicação, confirmando seu aspecto natural.

Nos questionamentos posteriores, os grupos destacaram que: *"A política de combate é uma política imediatista. Carro pipa, cestas básicas, campanhas e doações, são exemplos. E a política de convivência é sobreviver gerenciando todos os recursos que o semi-árido oferece, são exemplos: evitar o desperdício de água, alimentos, incentivo à agricultura familiar, construções de cisternas, poços, barragens etc"*. Estes aspectos relacionam-se ao que Silva (2007) expõe ao afirmar que a intervenção governamental no semiárido brasilei-ro, em grande parte, tem sido orientada por três dimen-sões que se combinam no combate à seca e aos seus efeitos: a finalidade da exploração econômica; a visão fragmentada e tecnicista da realidade local; e o proveito político dos dois elementos anteriores em benefício das elites políticas e econômicas regionais.

Fatos estes que se contrapõem às políticas de convivência com o semiárido a partir de outra visão, enfatizando as pessoas e sua relação com a natureza. Assim, citaram seu papel neste contexto relatando que promovem a melhoria da qualidade de vida das pessoas como um todo e redução "*do êxodo rural através de visitas domiciliares, conhecendo como vivem as famílias e passando informações que as ajudem na sustentabilidade*", esta citação foi exposta pelo grupo 4 em um dos municípios que o curso ocorreu. Houve fundamentação das discussões através da leitura do texto: Conhecendo e Refletindo sobre o semiárido e agroecologia.

O segundo momento (ao qual está relacionado ao segundo objetivo), ainda em grupo, ao ACS´s confeccionaram um cartaz respondendo nas seguintes questões norteadoras: Como são realizadas as ações de convivência com o semiárido em sua região?Essas ações envolvem quais organizações? E como o poder público está inserido? Em seguida houve apresentação dos trabalhos, seguindo os mesmos procedimentos utilizados no primeiro momento de realização do curso.

Em alguns municípios, os Agentes Comunitários de Saúde desconheciam tecnologias sociais adaptadas ao semiárido, entretanto, outros conheciam e as citaram, o que possibilitou a divulgação destas estratégias ao nível local, vindo a confirmar a necessidade de ampliação de atividades com estes fins e a viabilidade de implantação, que visa fortalecer os princípios da Agricultura Familiar nos diferentes eixos de representatividade social, ou seja, poder público e/ou sociedade civil organizada, seguindo a perspectiva citada por um dos grupos: "*Combater a seca é impossível. Mas conviver com o mesmo é possível, utilizando técnicas que facilitam a essa convivência"*.

No terceiro momento (relacionado ao terceiro objetivo específico), os mesmos grupos divididos inicialmente, trabalharam na seguinte linha de ação: Grupo 1: Criar formas, que consideram adequadas, de como abordar as famílias sobre os cuidados, gerenciamento e tratamento da água armazenada nas cisternas. Grupo 2: Criar formas, que consideram inadequadas, de como abordar as famílias sobre os cuidados, gerenciamento e tratamento da água armazenada nas cisternas.Grupo 3: Elaborar um seminário para todos os Agentes Comunitários do Município em que trabalham, destacando: O seu papel no manuseio, gerenciamento e tratamento da água da cisterna. Como pretendem realizar estas ações a partir das atividades que já desenvolvem nas comunidades de forma a garantir uma água de qualidade? E Como as suas ações podem servir de exemplos em estratégias públicas para a convivência com o semiárido? Grupo 4: Serão os avaliadores dos grupos 1,2,e 4, destacando o que consideram adequado e inadequado, o que pode ser aplicado realmente nas suas atividades e realizaram a Leitura do Texto: Qualidade da água da chuva armazenada em cisternas rurais e suas modificações decorrentes do manuseio na região de Serrinha-BA, com posterior apresentação.

As apresentações dos trabalhos foram extremamente dinâmicas e criativas, construíram literaturas de cordel, paródia, teatro, enfim, utilizaram a criatividade. Em uma das capacitações, o grupo 1 realizou uma dramatização, no qual o ACS visita uma família e encontra diversos problemas com a saúde, com o cuidado e o tratamento da água. São repassadas orientações de forma delicada e cuidadosa de como tratar a água, cuidar dos recipientes que entram em contato com a água e a cisterna, detalhando as várias possibilidades de como abordar as famílias sobre os cuidados com a água das cisternas a partir das atividades que eles já realizam mensalmente em cada residência. O grupo 2 construiu um cordel, representado no seguinte trecho: *"O sertanejo guarda sua água.Durante as quatro estações do ano. Mas essa água de cisterna.Necessita de atenção.Mantendo canos e bicas limpas.Para evitar infecção"*.E também construíram uma paródia da música Asa Branca: *"Quando olhei a cisterna aberta/ Na casa de Laudicéia/ Então eu disse: tenha cuidado/ Causa doenças, uma diarréia./ Porque aberta não pode ficar/ Outros perigos pedem existir/ Caem insetos, caem mosquitos/ Até crianças podem cair.(...)"*. O grupo 3 elaborou um seminário composto pelos seguintes atores: médicos, enfermeiros, secretário de saúde municipal, gestor municipal e a presidente da Associação dos ACS. Eles ressaltaram a importância do projeto, da relação existente entre a política de convivência com o semiárido e a atuação dos ACS como um instrumento orientador nas políticas de convivência com o semiarido. A equipe da avaliação destacou a necessidade em divulgar o projeto cisterna. "*ampliar a busca de apoio para a divulgação e mobilização com outras entidades como igrejas, associações, sindicato da comunidade e professores (com criações de projetos para integrar os alunos com sua realidade), demonstrar as formas de assistência que a comunidade disponibiliza e os recursos*". Para finalizar assistiram ao Filme: Cuidados com as cisternas, produzido pela ASA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas apresentações, percebe-se a que os ACS identificaram a importância e a relação de sua atuação profissional com as cisternas. E dentre os encaminhamentos sugeridos em uma das capacitações, foi pela adoção de estratégias para inserir os agentes de endemia de seus respectivos municípios neste processo e convidá-los para participação nos encontros futuros. Vale destacar que o material produzido durante o curso está sendo utilizado em outras capacitações com temas afins.

AGRADECIMENTOS

Ao MOC, especificadamente Naidison de Quintella Baptista, que também construiu esta metodologia, aos Agentes Comunitários, as Entidades Representativas (Sindicato dos Trabalhadores Rurais e Associações) e as Secretarias de Saúde em cada município.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Silva, R.M. **Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semi-Árido: políticas públicas e transição paradigmática**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 38, nº 3, jul-set, p.466-485, 2007.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA ARMAZENADA EM CISTERNAS RURAIS NA REGIÃO DE SERRINHA/BA

Maria Auxiliadora Freitas dos Santos[1], Roque Angélico Araújo[2] & Silvio Roberto Magalhães Orrico[3]

Resumo: Dentre as propostas de aproveitamento, utilização e armazenamento da água da chuva há destaque para as cisternas rurais. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água da chuva armazenada em cisternas rurais associada às práticas de manuseio realizadas pelas famílias no município de Serrinha/BA. Foram realizadas análises bacteriológicas e físico-químicas das amostras de água armazenadas nas cisternas, associando-as aos dados relacionados sobre captação armazenamento, uso e manuseio desta água através da aplicação de formulário. Os resultados demonstraram que, em relação aos parâmetros bacteriológicos, todas as amostras apresentaram *Escherichi coli (E.c)*. Quanto aos parâmetros físico-químicos, àqueles que estavam fora dos limites estabelecidos pela portaria n. 2914/2011, foram: 27,8% em relação à cor, 4,2% em relação a turbidez. A utilização de práticas inadequadas possibilitou o aumento da concentração de *E.c.* As cisternas constituem uma tecnologia viável para o abastecimento de água no nordeste brasileiro, entretanto, as famílias devem aperfeiçoar as técnicas de manejo e realizar a desinfecção da água da chuva captada antes de utilizá-la para o consumo humano.

Palavras-chave: Água de Chuva, Cisternas, Manuseio

INTRODUÇÃO

O acesso á água de qualidade para o consumo humano, no nordeste brasileiro, consiste em um grande desafio para a população de baixa renda, representando um drama social, principalmente na época das secas.

Em áreas rurais, a segurança alimentar e nutricional da população são condicionadas diretamente pela disponibilidade de água com qualidade adequada para consumo humano, para a dessedentação de animais e para a produção agroalimentar. Após 60 dias período das chuvas, 550 mil dos 2,6 milhões de estabelecimentos rurais da região passam a viver sem qualquer tipo de água para o consumo humano ou animal, nos seus próprios agroecossistemas familiares. Ao considerar um período de 120 dias após o término das chuvas, pode-se projetar que mais de um milhão de estabelecimentos ficarão sem qualquer fonte de água no período de seca (ASA, 2002). Como a água utilizada para consumo humano e uso diário de 58% da população rural nordestina provém de poços, nascentes e açudes, as conseqüências são diarréias endêmicas causadas por agentes patogênicos de veiculação hídrica, com altas taxas de mortalidade, especialmente em crianças com menos de cinco anos de idade (Ceballos, 1999).

O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico–químicos tem sido associado a diversos problemas à saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como fonte de infecção a água contaminada. Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos. Não há como combater essas enfermidades sem considerar as populações rurais, nas quais a adequada captação e uso da água são sabidamente mais negligenciados do que nos grandes centros urbanos. (Rocha et al., 2007)

Para atender as demandas das necessidades humanas em água potável, especialmente a dessedentação, tem-se destacado a experiência da construção de cisternas para armazenamento de água da chuva, que consiste

[1] Bióloga e Mestra em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Tecnologia. Endereço: Rua Cornélio Paes, n.60, casa 01, Ginásio, Serrinha-BA. CEP: 48700-000. Telefone: (75) 9106 – 5601. Email: dorafreitas2004@yahoo.com.br
[2] Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Administrador de Empresas pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Saúde Pública pala Faculdade de Saúde Pública (FSP/USP).Universidade Estadual de Feira de Santana
[3] Engenheiro Civil. Doutor em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública (FSP/USP). Universidade Estadual de Feira de Santana

em uma forma milenar de utilização da água pelo homem e sua utilização vem obtendo destaque ao longo dos tempos.

Embora as águas pluviais sejam de boa qualidade, é necessário que alguns cuidados sejam tomados. É importante que a qualidade da água da chuva armazenada nas cisternas seja conhecida, a fim de verificar o seu padrão de potabilidade, uma vez que esta água é utilizada para o consumo da população.

O conhecimento da qualidade da água para consumo humano é necessário para evitar a contaminação por doenças. Assim, este trabalho justifica-se pela iniciativa de verificar a qualidade da água armazenada nas cisternas e como as práticas de manuseio interferem na sua potabilidade no município de Serrinha/BA.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Serrinha/Ba, localizado na região do semiárido do nordeste brasileiro. Consistiu em um estudo descritivo caracterizado pela investigação dos hábitos de uma população rural quanto à captação e manuseio de águas de chuvas armazenadas em cisternas e sua associação estatística das variáveis físicas, químicas e biológicas que interferem na qualidade.

Foram adotadas 72 cisternas de 13 comunidades rurais do município de Serrinha /Ba para avaliação da água armazenada.

Em cada comunidade, a escolha das cisternas foi realizada através da amostragem aleatória simples, com sorteio, de modo que todas apresentaram a mesma probabilidade de ser selecionada. Para cada cisterna foi atribuído um número para realizar o sorteio e identificar a cisterna cuja água seria coletada.

A coleta, o transporte, o armazenamento e as análises físico-químicas da água das cisternas seguiram os procedimentos adotados no Standard Methods For The Examination of Water and Waste Water.

As práticas de manuseio das águas das cisternas foram identificadas através da aplicação de um formulário semi-estruturado, aplicados à pessoa responsável pelo manuseio e gerenciamento da água da cisterna pesquisada, após o consentimento livre e esclarecido, pós - informado em participar da pesquisa, conforme determina a Resolução 196/96 do Ministério da Saúde.

No momento da aplicação do formulário, também foram realizados registros de observações, em caderno de campo e máquina fotográfica. As informações coletadas nos formulários aplicados foram processadas e analisadas estatisticamente, cruzando os dados sobre captação, armazenamento, manuseio, uso e gerenciamento da água das cisternas, com os resultados das analises bacteriológicas e físico-químicas encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das coletas e análises realizadas, perfazendo um total de 72 amostras contendo água armazenada em cisternas rurais,os resultados encontram-se expressos nas tabelas abaixo, em que são identificados os valores e os correspondentes parâmetros, os quais foram: pH, Cor, Turbidez e Cloretos.

Em relação ao parâmetro pH, verifica-se que a água da chuva armazenada nas cisternas tem pH básico. Esta condição também foi observada por Jaques et al. (2005) que verificou o aumento do pH da água de

Tabela 1. Quantidade de amostras em unidade e porcentagem em função dos parâmetros físico-químicos encontrados na água armazenada em cisternas rurais no município de Serrinha/BA

Parâmetros	Valores	Quantidade de amostras
pH	6 ≤ pH < 9,5	72 (100%)
Cor (uH)	1 ≤ Cor ≤ 15 > 15	52 (72,2%) 20 (27,8%)
Turbidez (UT)	≤ 1 Turb. ≤ 5 5 < Turb. ≤ 15	69 (95,8) 3 (4,2%)
Cloretos(mg/L)	50 ≤ Clore. ≤ 250	72 (100%)

chuva após a passagem por telhados de cimento. A redução do pH acarreta a solubilização do alumínio presente em altas concentrações nos revestimentos de cimento, podendo haver acréscimo na concentração deste elemento, ou seja, o baixo pH da chuva eleva a liberação do alumínio. Nesta pesquisa não foi observada a correlação entre a redução do pH e a solubilização do alumínio, mesmo porque o pH mínimo(6) encontrado está próximo do neutro, logo, a água é ligeiramente ácida.

Em relação à cor 27,8% do total das amostras analisadas apresentaram valores acima do limite estabelecido pela Portaria n 2914/2011 (VMP 15 uH). Estes valores apresentaram-se na faixa de 20-40 uH.

Na Tabela 1 verifica-se que 95,8% das amostras de água das cisternas pesquisadas a turbidez ficou na faixa de 0 a 5. No percentual de 4,2% das amostras de água, a turbidez não se enquadra nos padrões estabelecidos pela referida portaria.

Em algumas das cisternas pesquisadas cuja amostra de água excedeu o limite padrão de turbidez e de cor para consumo humano foi observado que a mesma se encontrava aberta e a retirada da água era feita através de balde e este depositado no chão da cozinha.

Foram registrados em algumas situações: 106mg/l de sólidos dissolvidos; presença de árvores com 5 metros de distância, folhas retidas no telhado, que a retirada da água era através de balde; o armazenamento deste era pendurado na cozinha; a cisterna estava fechada, porém com criatório de peixe.

Quanto a pH, Cloretos, Nitrito, Nitrato, Dureza, Alcalinidade, Sulfato e Sólidos Dissolvidos (qualidade físico-química) verifica-se que atendem a portaria n 2914/2011. Conseqüentemente, quanto a estes parâmetros a água armazenada nas cisternas pode ser consumida pelo homem, sem restrição.

No que se refere aos parâmetros bacteriológicos, em todas as amostras de água de cisternas rurais analisadas, em um total de 72 (setenta e duas) foi confirmada a presença de Coliformes totais e de *Escherichia* coli (*E.coli*). Os valores obtidos variaram entre 1,1 e maior que 23 NMP/100 ml, distribuídos da seguinte forma: 13,9% das cisternas pesquisadas apresentaram valores para *E.coli* (NMP/100 ml) no intervalo zero a menor ou igual a 1,1%; 11,1% os valores para E.coli ficaram na faixa entre maior que 1,1 e menor ou igual a 23; e 75% apresentaram valores para E.coli superiores a 23 NMP/100 ml.

A contaminação com *Coliforme e E.Coli* da água armazenada nas cisternas rurais pode ser atribuída às práticas de captação, armazenamento, uso, manejo e gerenciamento adotadas pelas famílias, dentre elas: Um percentual de 11,2 % das famílias entrevistadas não desvia a primeira água da chuva para armazenar nas cisternas, enquanto 88,8% executam esta prática. O desvio da primeira água da chuva consiste em uma prática de primordial importância para reduzir a quantidade de matéria orgânica e mineral (folhas, excretas de animais, restos de animais mortos e poeira) que são transportadas do sistema de captação para o reservatório, junto com esses materiais podem estar presente os coliformes.

Mesmo afirmando desviar a primeira água da chuva algumas famílias utilizam outros hábitos e comportamentos que podem comprometer a qualidade da água, como sejam: não fazer limpeza periódica da cisterna, deixar a cisterna aberta, retirar água com vasilha sem a higiene adequada, guardar a vasilha de retirada de água em local inadequado, criar peixes nas cisternas, fornecer alimento para os peixes, plantar árvores ou construir as cisternas próximas às áreas de captação (telhados, principalmente).

Através dos registros das observações de campo foram evidenciados alguns dispositivos construtivos que podem auxiliar na melhoria da qualidade da água armazenada nas cisternas como, por exemplo, utilização de filtro e tela de naylon para retenção de material grosseiro arrastado dos telhados (Figura 1).

Dentre os recipientes utilizados pelas famílias entrevistadas, os objetos mais citados para realizar a captação da água armazenada nas cisternas foram balde e bomba manual. O uso de balde para retirar água das cisternas possibilita o aumento da concentração de *E.coli* na água. No caso dessa pesquisa verifica-se que 94,12% das famílias que utilizam somente o balde foram registrados os maiores valores de *E.coli* por 100 mL e em 81,25% das famílias que apenas utilizam a bomba manual foram registrados valores menores de *E.coli* por 100 mL. Outro fator que aumenta a probabilidade de contaminação da água das cisternas é o acondicionamento do

Figura 1. Filtro que tem a função de reduzir a quantidade de Matéria Orgânica armazenada nas cisternas rurais

balde em condições higiênicas inadequadas. Observou-se que 60,6% das famílias armazenam o balde na cozinha associado a algum tipo de suporte, 27%, no chão da cozinha, 10,7%, sobre a cisterna e 1,7% em qualquer lugar.

CONCLUSÕES

A contaminação da água armazenada nas cisternas, na região de Serrinha Ba, está associada a práticas inadequadas das famílias, dentre elas: preservação inadequada da área de captação, não desvio da primeira água de chuva, criar peixes nas cisternas, retirar água da cisterna com balde sem a devida higiene e armazenamento e deixar a cisterna aberta. Desta forma, água deve passar pelo processo de desinfecção.

A captação e armazenamento de água de chuva em cisternas é uma excelente solução para abastecimento de água de qualidade para consumo humano sendo associada à adoção de medidas individuais adequadas para que o nível de contaminação possa ser minimizado.

AGRADECIMENTOS

Ao Movimento de Organização Comunitária, às Famílias nas Comunidades e a Universidade Estadual de Feira de Santana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTICULAÇÃO NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO (ASA). **Programa de Formação e Mobilização para a convivência com o Semi-Árido Brasileiro: Um Milhão de Cisternas Rurais**. Recife, 2002.

CEBALLOS, B. S. O. et al. Variabilidade da Qualidade das Águas de Açudes Nordestinos. In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1999. Anais eletrônico... ABES, 1999. Disponível em: <http:www.bvsde.paho.org/bvsad/abes97/diques.pdf >. Acesso em 03.02.2012

JAQUES, R.C et al. Avaliação da qualidade da água de chuva na cidade de Florianópolis – SC. In: 23º CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 2005. Campo Grande-MS. Anais... Campo Grande-MS,ABES: 2005. CD-ROM.

ROCHA, Christiane Maria Barcellos Magalhães da, RODRIGUES, Luciano dos Santos, COSTA, Claudionor C. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. Caderno de Saúde Pública, Set 2006, vol.22, nº.9, p.1967-1978. ISSN 0102-311X. Disponível em: <http://www.scielosp.org/pdf/csp/v22n9/21.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2007.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

VARIABILIDADE ANUAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E CONDIÇÕES DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA EM CABACEIRAS

Virginia Mirtes de Alcântara Silva[1], Raimundo Mainar de Medeiros[2], Alexandra Lima Tavares[3], Camilla Kassar Borges[4], Paulo Roberto Megna Francisco[5] & Maria da Conceição Marcelino Patrício[6]

Resumo: No presente estudo utilizou-se da série de precipitação pluvial do município de Cabaceiras, PB referente ao período de 1912 a 2010. Os dados foram agrupados utilizando-se a distribuição de frequência determinou-se em seguida as medidas de tendência central, dispersão e histogramas, com distribuição de frequência em dez intervalos de classes. Foram determinadas as freqüências de ocorrência do número de anos em cada uma dessas classes em cinco períodos distintos, em ciclos ordenados cronologicamente de 20 em 20 anos, sendo o último de dezenove anos, em intervalos de classes regulares de 100,0 mm. Os resultados demostraram que na série de precipitação estudada tivemos trinta e sete anos com chuvas abaixo da média, quinze anos com chuva entre a normalidade e quarenta e sete anos com chuvas acima da média histórica. Verificou-se que não houve indícios de diminuição de chuva embora exista uma elevada variabilidade espacial e temporal na quantidade de chuva observada, com possibilidade de armazenamento de água em anos com índices pluviométricos abaixo da média climatológica da região.

Palavras-chave: clima, chuva, distribuição de frequência, períodos.

INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que apresenta maior variabilidade tanto em quantidade quanto em distribuição mensal e anual de uma região para outra (Almeida, 2003). Segundo Aragão (1975), a principal razão da existência do semiárido nordestino é a ausência de um mecanismo dinâmico que provoque movimentos ascendentes. Trabalho de modelagem feito por Gomes Filho (1979) mostra que a topografia da região tende a intensificar os movimentos subsidentes sobre esta região, enquanto o albedo diferencial não interferiria nos resultados.

Estudos têm mostrado que a distribuição de frequência tem sido usada para caracterizar o regime pluvial de uma região, embora a distribuição gama incompleta seja o modelo teórico que melhor se ajusta aos dados originais (Reis et al., 1995). De acordo com Assis et al., (1996), um erro muito comum em análise de dados é desprezar as características da distribuição de probabilidade mais adequada para os dados em estudo. Tenenbaum et al. (2005) afirmam que não há indícios de diminuição de chuva em São Raimundo Nonato-PI, embora exista uma elevada variabilidade espacial e temporal na quantidade de chuva observada de um ano para outro, e mesmo assim, podendo ser armazenadas os índices pluviométricos mesmo que o ano seja abaixo da média climatológica da região**.** Melo et al. (2005**),** demonstrou que para o município de União-PI, as condições necessárias para uma eficiente captura e armazenamento de água de chuva mesmo que durante o período estudado tenham sido constatados índices abaixo da média histórica na região do município de Pedro II-PI. Maciel et al. (2010) demonstraram condições necessárias para uma eficiente captura e armazenamento de água de chuva mesmo que durante o período estudado tenham sido constatados índices abaixo da média histórica na região.

[1] Bióloga, Pós-Graduanda em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido – UEPB, virginia.mirtes@ig.com.br
[2] Doutorando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, mainarmedeiros@gmail.com
[3] Doutoranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, ale.meteoro@gmail.com
[4] Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, paulomegna@ig.com.br
[5] Mestranda em Recursos Naturais, UFCG, Campina Grande, PB, ceicca@gmail.com
[6] Mestranda em Meteorologia, UFCG, Campina Grande, PB, camilakassar@gmail.com

O objetivo do presente trabalho é verificar de forma simples a existência ou não de modificações no padrão de chuva anual no município de Cabaceiras-PB, ao longo dos últimos noventa e oito anos, comparando-se a frequência de ocorrência de totais anuais de chuva em ciclos de 20 em 20 anos, ressaltando-se que o último com dezenove anos. Além de demonstrar se em anos com precipitações anômalas o seu volume precipitado pode ser armazenado e utilizado para consumo e outros benefícios, bem como sua contribuição nos volumes dos rios, lagos, lagoas e riachos da região.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Cabaceiras localizado no estado da Paraíba apresenta uma área de 400,22 km². Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 7⁰18' 36" e 7⁰35'50" de latitude sul e entre os meridianos de 36⁰12'24" e 36⁰25'36" de longitude oeste. Está inserido na mesorregião da Borborema e microrregião do Cariri Oriental, limitando-se com os municípios de São João do Cariri, São Domingos do Cariri, Barra de São Miguel, Boqueirão e Boa Vista (AESA, 2011).

De acordo com a classificação de Köppen o clima da área de estudo é considerado do tipo Bsh - Semiárido quente, precipitação predominantemente, abaixo de 600 mm.ano^{-1}, e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude (400 m a 700 m). As chuvas da região sofrem influência das massas Atlânticas de sudeste e do norte (Francisco, 2010).

Os dados mensais e anuais de precipitação pluvial utilizados no presente estudo, referentes ao período de 1912 a 2010, foram coletados no posto pluviométrico do município de Cabaceiras, junto a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA).

Agruparam-se os dados e utilizando-se a distribuição de frequência, ordenando-os, cronologicamente, de forma mensal (soma dos valores diários) e anual (somatório dos totais mensais e anuais). Determinaram-se, em seguida, as medidas de tendência central: média aritmética e mediana e de dispersão amplitude e desvio padrão.

Os dados de chuva anuais foram agrupados em dez intervalos de classes: 0-399, 400-499, 600-799, 800-999, 1000-1199, 1200-1399, 1400-1599, 1600-1799, 1800-1999 mm e maior que 2000 mm, os quais foram determinadas as frequências de ocorrência do número de anos em cada uma dessas classes, em cinco períodos distintos: 1912/1931; 1932/1951; 1952/1971; 1972/1991 e 1992/2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média aritmética anual do período 1912 a 2010 foi de 949,3 mm com desvio padrão de 326,6 mm e com um coeficiente de variância de 0,34%. Constatou-se que existem períodos mais e menos chuvosos, ressaltando-se que o maior índice pluviométrico registrado foi no ano de 1985 com 2.060,8 mm e o ano menos chuvoso foi o de 1960 com 277,3 mm. Entretanto, nos anos de 1912, 1937, 1938, 1958, 1960, 1961 e 1983 os índices pluviométricos flutuaram entre 277,3 a menos de 500,0 mm, e os anos de 1930, 1968, 1974 e 1985 ocorreram chuvas variando acima de 1.500,0 até 2.060,8 mm.

Na Figura 1 observa-se que a frequência de ocorrência de anos com totais abaixo da média foi de sete anos para o período de 1912/1931, como também apresenta uma frequência de doze anos para o intervalo de precipitação acima de 949,3 mm.

Utilizando-se dos mesmos processos na Figura 2 observa-se o intervalo de tempo de 1932-1951, no qual apresentou um equilíbrio de anos secos e chuvosos, perfazendo 10 anos acima e 10 anos abaixo da média, com destaque para os anos de 1937 e 1938 que atingiu o valor anual de 417,6 e 298,5 mm, observar que nas classes de frequências entre 1.400 a maior que 2.000 não ocorreram chuvas neste período estudado.

Figura 1. Histograma e distribuição de frequência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1912 a 1931

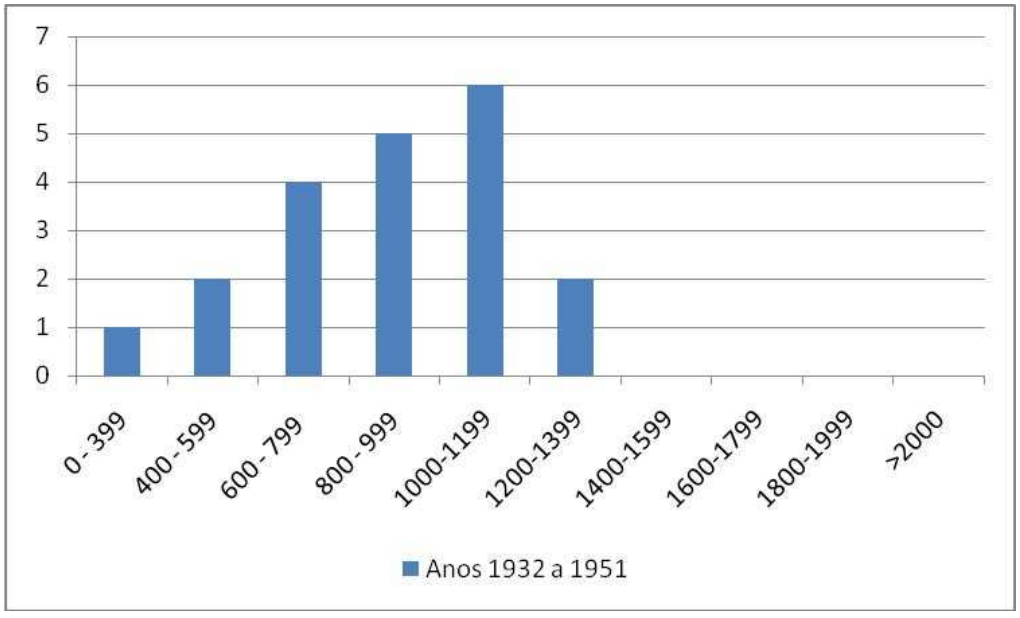


Figura 2. Histograma e distribuição de freqüência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1932 a 1951

Referente ao período 1953 a 1971 (Figura 3) utilizou-se dos mesmos processos já descritos, o qual demonstra uma frequência de 5 anos, para o intervalo de precipitação com índices superiores a 948,3 mm (média histórica). A frequência de precipitação abaixo da média anual histórica é de quinze anos. Destaca-se o ano de 1960 com 277,3 mm de índices pluviométricos ocorridos e o ano de 1968 com um total anual de 1.713,4 mm, sendo considerados anos atípicos devido à variabilidade atmosférica.

Na Figura 4 observamos a frequência de precipitação no intervalo de tempo de 1972 a 1991, perfazendo um intervalo de ciclo em 20 anos, com dez anos de chuvas abaixo e dez anos com chuvas acima da média histórica. A variabilidade dos dez anos com médias pluviométricas abaixo fluíram entre 492,7 a 939,6 mm, enquanto as variabilidades dos índices pluviométricos acima da média histórica oscilaram entre 1.027,0 a 2.060,8 mm.

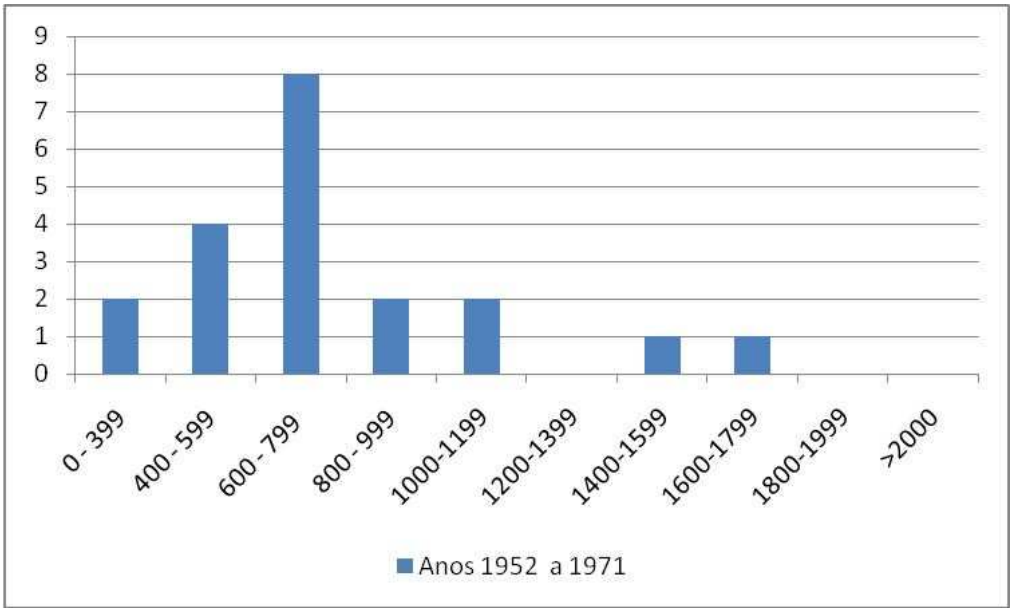


Figura 3. Histograma e distribuição de freqüência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1952 a 1971

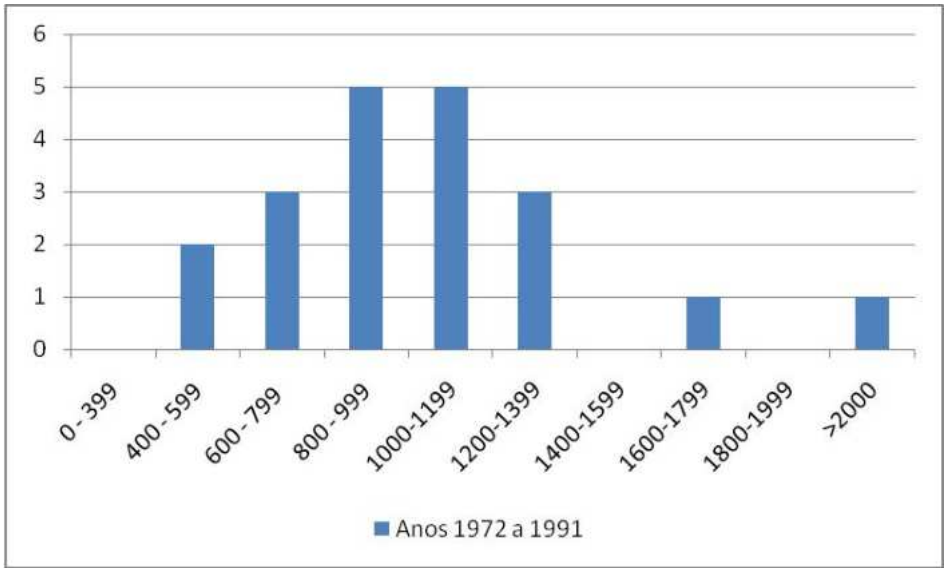


Figura 4. Histograma e distribuição de freqüência dos totais de chuvas anuais em intervalos de classes regulares de 100,0 mm referente ao período 1972 a 1991

Na Figura 5 observa-se o ciclo de 1992-2010, totalizando dezenove anos com dados observados, sendo que destes, nove obtiveram chuvas abaixo da normal histórica onde sua flutuação variou de 597,0 a 939,5 mm, ao passo que os dez anos restantes para a complementação do ciclo, os índices pluviométricos fluíram acima da média histórica com oscilação entre 956,0 a 1.451,5 mm. Destaca-se o ano de 2006 como o ano de máximo índice pluviométrico (1.451,5 mm) e o ano 2007 de menor valor pluviométrico, com 597,0 mm.

CONCLUSÕES

Na série de precipitação estudada temos trinta e sete anos com chuvas abaixo da média, quinze anos com chuva entre a normalidade e quarenta e sete anos com chuvas acima da média histórica.

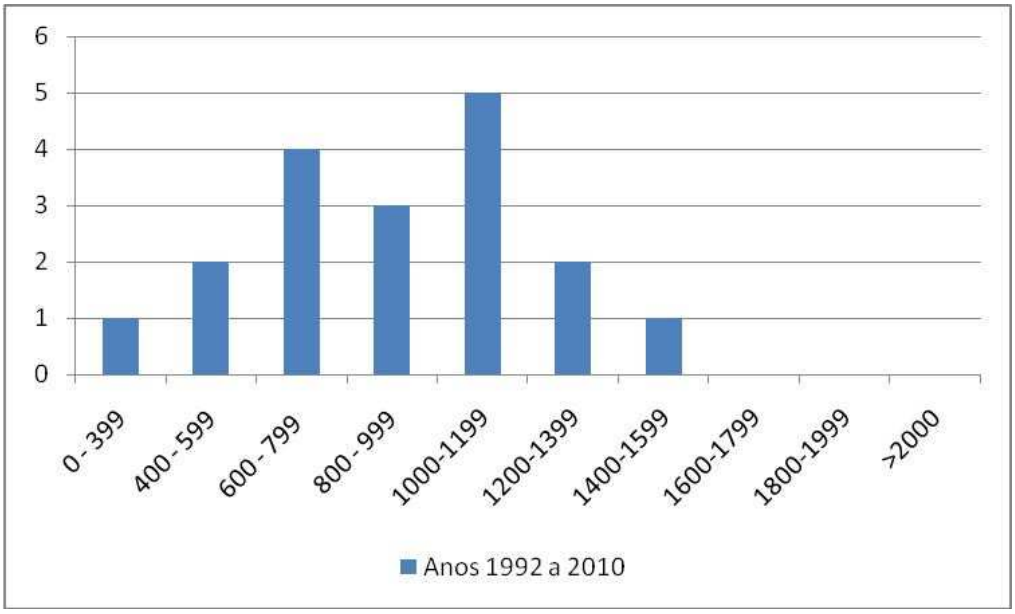


Figura 5. Curva da distribuição dos totais anuais de precipitações e mostra suas variabilidades espacial e temporal nos decorrer dos anos (1992 – 2010)

Mesmo com anos abaixo da média histórica (949,3 mm), a captação da água de chuva ainda continua sendo viável e de fácil coleta, o que possibilita o planejamento de construções de reservatórios para o armazenamento da água, ao passo que em anos de precipitações acima da média histórica, os excedentes de água poderiam ser utilizados em outras finalidades, tais como: construções de barragens subterrâneas, médios e pequenos açudes os quais auxiliarão as comunidades na obtenção de água de qualidade, bem como, em terrenos baixios, o aproveitamento da umidade do solo para plantios precoces.

Não há indícios de diminuição de chuva, quando se comparam ciclos de anos com outros, embora exista uma elevada variabilidade espacial e temporal na quantidade de chuva observada de um ano para outro.

As variabilidades acima especificadas não impedem que sejam planejadas e construídas cisternas ou outros meios de armazenamento de água para o consumo humano, vegetal e animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2011.

Almeida, H. A. de. Variabilidade anual da precipitação pluvial em Cabaceiras, PB, In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XIII, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2003, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2003, pp. 835-837.

Aragão, J. O. R. Um estudo das estruturas das perturbações sinóticas do Nordeste do Brasil. (INPE-789-TPT/017), 1975. Dissertação (Mestrado em Meteorologia).

Assis, F. N., Arruda, H. V., Pereira, A. R. Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática. Pelotas, RS, Ed. Universitária/UFPEL, 1996. 161p.

Francisco, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

Gomes Filho, M. F. Um estudo sobre a influência do albedo diferencial e da orografia na circulação atmosférica: uma aplicação para o Nordeste brasileiro. Instituto de Pesquisa Espaciais, INPE-1640-TDL/015, 1979. Dissertação (Mestrado em Meteorologia).

Maciel, A.C, Medeiros, R. Mainar. Prognóstico para armazenamento de águas pluviais de acordo com a variabilidade anual da precipitação pluvial em União, Piauí. V CONNEPI 2010 – Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. Maceió-Alagoas. Novembro, 2010.

Melo L. F. S e Medeiros, R. Mainar. Prognóstico para armazenamento de águas pluviais de acordo com a variabilidade anual da precipitação pluvial em Pedro II, PI. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina – Piauí, de 11 a 14 de julho de 2005. CD-ROM.

Reis, A. S., Lacerda, F. F., Varejão-Silva, M. A. Climatologia do sertão de Pernambuco. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 9, Campina Grande, 1995. Anais, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995pp. 199-201.

Tenenbaum, R. V. O.; Medeiros, R. Mainar Variabilidade anual da precipitação pluvial e condição de armazenamento de água de chuva no município de São Raimundo Nonato, Piauí. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Teresina – Piauí, de 11 a 14 de julho de 2005. CD-ROM.

TECNOLOGIAS SOCIAIS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA USO POTÁVEL NA REGIÃO INSULAR DE BELÉM/PA: UMA PROPOSTA SUSTENTÁVEL

Adriana Dias e Dias[1], Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes[2], Marcos Rogério Ferreira da Silva[3], Ricardo Gomes da Silva[4], Tony Carlos Dias da Costa[5] & Dênio Ramam Carvalho Oliveira[6]

Resumo: Um dos grandes desafios nas comunidades rurais da Amazônia está vinculado à defesa dos direitos de seus habitantes. Na comunidade de Ilha Grande – Belém/PA. (área de estudo), assim como em outras áreas ribeirinhas da Amazônia, os moradores não dispõem de saneamento básico, o que contribui para que acabem ingerindo a água dos rios sem nenhum tipo de tratamento ou paguem por água de qualidade duvidosa, fato este que revela a existência de um comércio diante do direito à água potável. Consequentemente, perante aos problemas de abastecimento e das doenças advindas com a falta de água de qualidade, esta pesquisa parte da premissa de que os sistemas de aproveitamento de água da chuva (SAAC) são Tecnologias Sociais capazes de responder as necessidades socioeconômicas e ambientais reais das comunidades insulares de Belém, podendo contribuir com a elaboração de políticas sociais que garantam o suprimento de água potável, mas que, sobretudo, promovam o desenvolvimento local.

Palavras-chave: Água de Chuva; Abastecimento; Políticas Sociais; Tecnologias Sociais.

INTRODUÇÃO

Desconsiderar a existência de populações nativas tem sido costumeiramente adotado na implantação de grandes projetos de desenvolvimento na Amazônia. Neste cenário torna-se necessário estabelecer vínculos com a defesa dos direitos básicos de seus habitantes, pois se compreende que não faz sentido falar em preservação da Amazônia sem considerar o fortalecimento das comunidades que a habitam. E um dos grandes desafios para a melhoria da qualidade de vida nas comunidades ribeirinhas da Região Norte, é a melhoria de suas condições sanitárias.

Em Belém, por exemplo, as áreas ribeirinhas correspondem a 65,64% do território, sendo reconhecidas pela produção de importante volume de frutas regionais e hortaliças, e pela criação de animais de pequeno porte (GUERRA, 2004). Contudo, como são concebidas somente como reserva do território urbano e fornecedoras de produtos primários, a região sofre com a ausência de políticas públicas eficientes capazes de prover serviços básicos de saúde, educação, saneamento básico, dentre outros.

Na ilha Paulo da Cunha ou ilha Grande, a falta de saneamento básico obriga muitos moradores a ingerirem cotidianamente as águas dos rios sem nenhum tipo de tratamento. Para alguns ribeirinhos que possuem consciência do perigo que isso representa, fica a opção de buscarem a água em outras comunidades, ou até mesmo pagarem a barqueiros para trazê-la de Belém, fato este que transfere para as leis de mercado - oferta e procura- um direito básico do ser humano: o direito à água potável.

Tecnologias alternativas de captação de água pluvial já foram implantadas na área, tendo sido este um fator decisivo para a escolha da comunidade para realização da presente pesquisa, além obviamente da falta de saneamento. E sendo as Tecnologias Sociais (TSs) instrumentos que visam responder às necessidades sociais, econômicas e ambientais reais (Lassance & Pedreira, 2004), é de suma importância compreender os aspectos

[1] Formada em Ciências Naturais. Mestranda do Programa de pós-graduação em Gestão dos recursos Naturais e desenvolvimento Local na Amazônia (NUMA/UFPA). Telefone: 81727679. E-mail: dias.adriana@ymail.com
[2] Geólogo. Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. Professor Adjunto IV da Universidade Federal do Pará. E-mail: rlrmendes@yahoo.com.br
[3] Administrador e Matemático. Mestrando do Programa de pós-graduação em Gestão dos recursos Naturais e desenvolvimento Local na Amazônia (NUMA/UFPA). E-mail: mrsilva@ufpa.br
[4] Mestre pelo PPGEC (UFPA)
[5] Geólogo. Doutor em Geologia e Geoquímico. Professor Adjunto IV da Universidade Federal do Pará. E-mail: tony@amazon.com.br
[6] Engenheiro Civil. Doutor em Estruturas. Professor adjunto da Universidade Federal do Pará. E-mail: denio@ufpa.br

ambientais, sociais, técnico-operacionais, econômicos e políticos capazes de tornar os SAACs mais aceitos nessa comunidade insular de maneira a contribuir com os planejadores do setor público e privado na elaboração de políticas socais que possibilitem o suprimento de água potável e diminuição da incidência de patologias, mas que, sobretudo, promovam o desenvolvimento local.

MATERIAS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada na Ilha Grande, localidade que se situa a 12,2 km ao sul de Belém, ocupando uma área de 929,16 ha, sendo constituída por solos de várzeas. O clima da região se caracteriza por dois períodos: o mais chuvoso, que compreende os meses de janeiro a maio e o menos chuvoso, que vai de junho a dezembro. Conforme dados pluviométricos de 2003 a média anual é de 2.749,4 mm (AZEVEDO, 2005).

O ponto de partida do estudo realizado em 2008 foi o levantamento de informações gerais sobre a ilha por meio de mapas e dados ambientais. Já em um segundo momento, foi realizada a aplicação dos formulários aos responsáveis pelas residências, atingindo um total de 42 domicílios com o objetivo de caracterizar as condições socioeconômicas da população total de Ilha Grande (145 habitantes), obtendo informações sobre a origem da água consumida pelos moradores, tipo de moradia, incidência de doenças de veiculação hídrica (DVHs), renda familiar, assim como sobre a percepção dos moradores com relação a qualidade da água que utilizam e interesse na implantação de sistemas de captação de água pluvial.

Em um terceiro momento, foi feito o cruzamento das variáveis para a realização das análises estatísticas e construção de gráficos por meio dos softwares SPSS 20.0 e Excel 2010 de maneira a fundamentar considerações a respeito dos seguintes critérios: 1. Econômico: viabilidade da alternativa em função dos custos de implantação; 2. Ambiental: viabilidade em função do respeito às particularidades locais (quantidade e qualidade de água da chuva oriunda do sistema de aproveitamento); 3. Técnico/operacional: a viabilidade está relacionada à maior ou menor facilidade de implantação e manutenção dos SAAC; 4. Social: viabilidade da alternativa em função da aceitabilidade pela população e disponibilidade dos moradores para colaborar com a reaplicação do sistema (recursos humanos); 5. Político: viabilidade em função da proposição de políticas públicas por meio da organização dos atores sociais em torno da TS.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

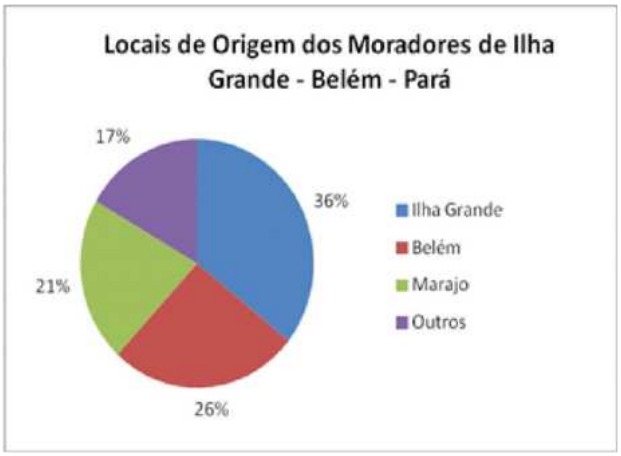
Perfil socioeconômico

Ao todo, a ilha possui 145 moradores, oriundos de diversos lugares. Contudo, se observa pela Figura 1 que a maioria (36%) nasceu em Ilha Grande; 26% vieram da zona urbana de Belém; 21% da ilha do Marajó e 17% chegaram de outros lugares. Logo, a maioria dos migrantes é originária do próprio estado, e em muitos casos, oriundos de regiões que possuem ecossistema semelhante, como por exemplo, os migrantes da Ilha do Marajó, condição que favorece a reterritorialização[7].

Quanto ao tempo de residência, constata-se pela Figura 2 que o convívio entre os habitantes da comunidade é significativo haja vista que cerca de 60% da população mora há mais de 10 anos na ilha. Condição favorável a mobilização para a construção e uso coletivo dos SAACs.

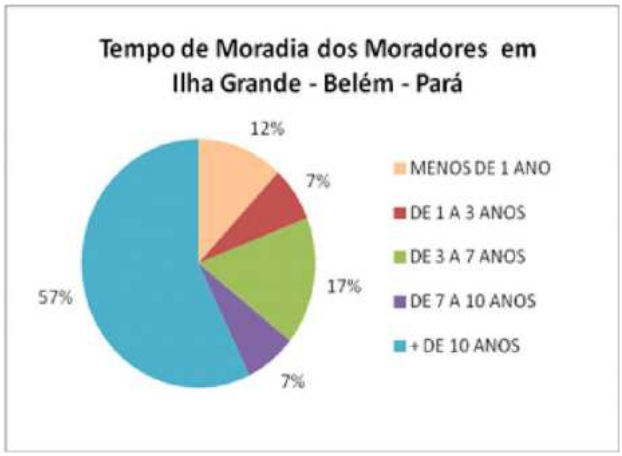
Com relação à escolaridade, a maioria dos habitantes de Ilha Grande (50%) estudou até a 4ª série. Esta situação de baixa escolaridade é o reflexo das dificuldades que os ribeirinhos enfrentam para estudar, haja vista que a comunidade só possui escolas de 1ª a 4ª série. Esse contexto indica que nas ações de educação ambiental e treinamento para implantação, uso e manutenção de sistemas de abastecimento deve se utilizar uma linguagem mais simples de maneira a garantir a reaplicação dos SAACs.

[7] Ingressão e organização em novo território



Fonte: Autores

Figura 1. Origem dos moradores



Fonte: Autores

Figura 2. Tempo de moradia

Serviços e infraestrutura

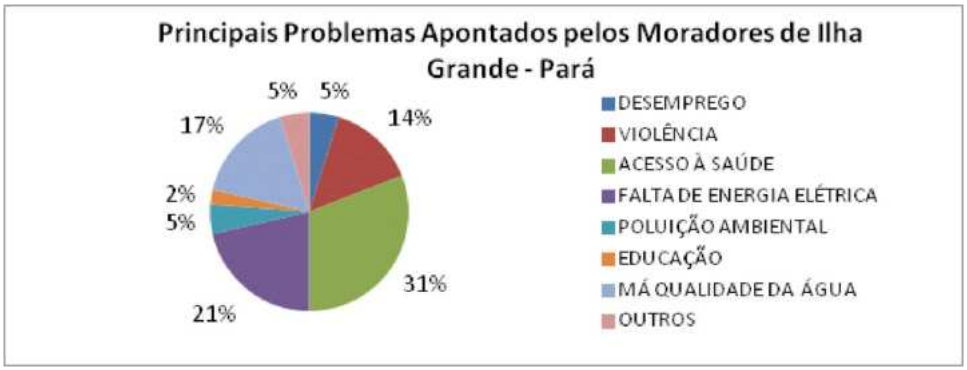
Apesar de a Ilha Grande ser banhada por bastante água, contraditoriamente existe uma grande dificuldade de se obter água potável. Nesta comunidade falta abastecimento de água potável pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) e tratamento de esgoto, o que faz com que os moradores lancem o esgoto das residências diretamente no leito dos rios ou em fossas negras[8]. Assim como também não existe serviço público de fornecimento de energia elétrica, sendo que algumas residências possuem pequenos geradores que funcionam durante a noite, e não há serviço de coleta de lixo, induzindo a incineração do lixo produzido.

Problemas Socioeconômicos e Ambientais

A partir da observação *in loco* foram citados à população pesquisada os problemas socioeconômicos e ambientais enfrentados pela comunidade de Ilha Grande de forma a se obter resultados relativos à maior ou menor significância desses problemas. Dentre os problemas mais citados, conforme observado na Figura 3, os entrevistados citaram a falta de acesso à saúde (31%), visto que a comunidade não possui assistência médica (apenas visita de agentes comunitários de saúde) e sofre com os problemas de saúde decorrentes das DVHs.

Abastecimento e percepções da qualidade da água

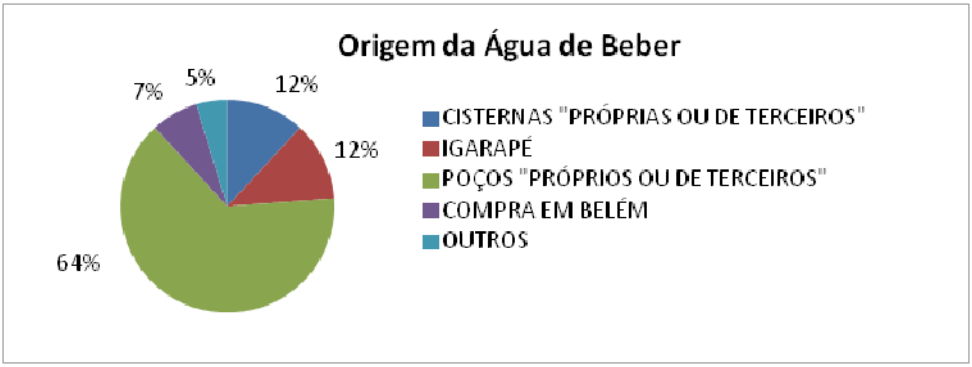
Os resultados da pesquisa mostraram que a população de Ilha Grande utiliza várias fontes para obter água para beber e cozinhar, como mostra a Figura 4. Sendo que a grande maioria (64%) utiliza água de poço,



Fonte: Autores

Figura 3. Problemas apontados pelos moradores de Ilha Grande

[8] "Banheiros" característicos de residências de baixo padrão construtivo



Fonte: Autores

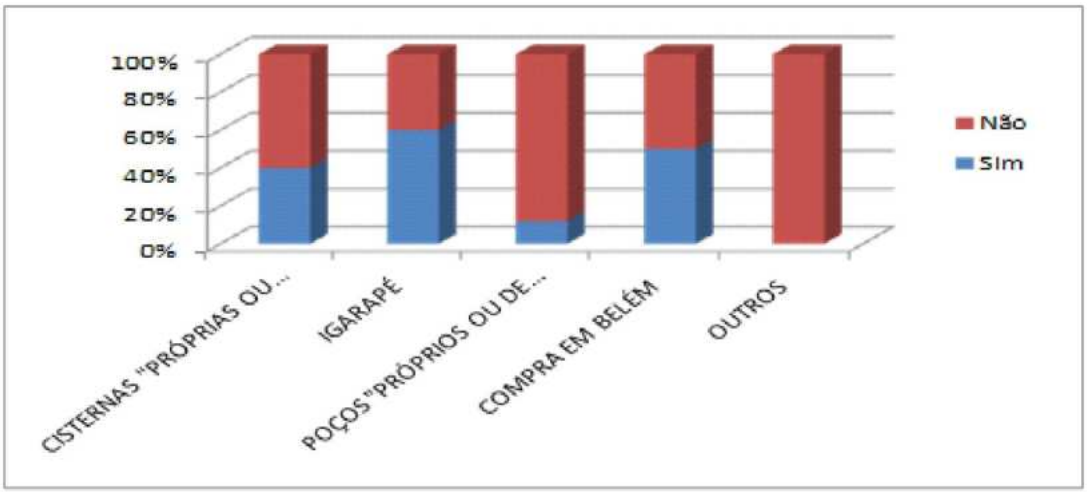
Figura 4. Origem da Água de Beber: Ilha Grande – Belém - Pará

incluindo neste caso o microssistema (poço) instalado pela prefeitura, sendo que este não fornece água de boa qualidade[3]; 12% usam água proveniente de cisternas que captam água da chuva, 12% retiram água do rio - o que aumenta sobremaneira o risco de adquirir DVH; 7% optam por comprar a água em Belém.

Como observado pelos dados supracitados, a maioria dos moradores tem suas necessidades hídricas supridas com água de qualidade duvidosa. Sem deixar de observar também que o contexto acaba por revelar um comércio (a compra de água) alimentado pelo não cumprimento de um direito básico de todo ser humano- o acesso à água potável.

Foi avaliada ainda a percepção dos moradores da comunidade sobre o consumo de água e o risco de adquirir doenças. Entre os entrevistados, 50% acham que não há risco. Entre os que acreditam no risco de doenças, 40% relatam que já houve casos de DVH em sua casa. Por outro lado, entre os que não acreditam nos riscos, 81% dizem que não houve casos de doenças provocados pela água em sua casa. Isto pode demonstrar que acreditar e conhecer os riscos de utilização da água sem tratamento pode estar associado à informação/ percepção de que doenças podem ser transmitidas pela água.

Quando a pergunta se referiu à ocorrência de patologias, observa-se na Figura 5 que ela é drasticamente menor para as pessoas que consomem água de poços próprios ou de terceiros. Para uma melhor compreensão sugere-se que análises físico-químicas e microbiológicas da água oriunda das diversas fontes utilizadas pelos ribeirinhos sejam realizadas de forma a comprovar cientificamente qual fonte oferece água de melhor qualidade.



Fonte: Autores

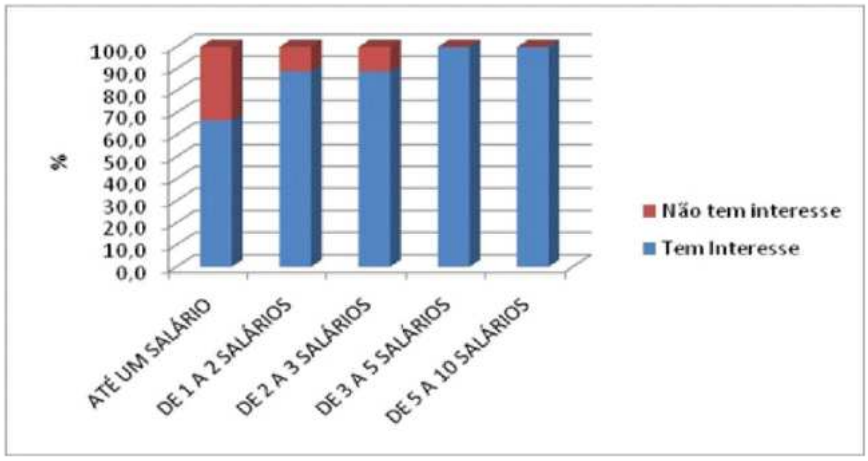
Figura 5. Relação entre Origem da Água de Beber e Ocorrência de Patologias segundo os entrevistados

[9] A água oriunda do microssistema apresenta gosto metálico, mesmo possuindo dispositivos de controle de ferro- elemento constituinte do subsolo da região

Quanto à incidência de doenças de veiculação hídrica 4,8% dos entrevistados afirmam a ocorrência de leptospirose, 38% de verminose, 2,4% de hepatite e 21,4% de escabiose. Esta é uma situação que demonstra o risco de uso da água não potável, dados que contrariam a percepção dos moradores de Ilha Grande quanto à água de boa qualidade[10].

Outro indicador considerado significante é a renda familiar, pois esta permitirá inferir sobre a possibilidade dos ribeirinhos pagarem por um SAAC, no caso de não ser implementado como política pública. E de acordo com aqueles que aceitaram informar sua renda (81%), 88% aceitariam pagar para dispor de água de boa qualidade, confirmando uma realidade que na ilha já observada- diversas iniciativas improvisadas de captação da água da chuva, já que nem sempre os moradores possuem condições financeiras de comprar água.

Contudo, pela Figura 6, podemos observar que há maior aceitabilidade entre aqueles que possuem uma renda mais alta. Corroborando a relação entre renda familiar e aceitação ao uso de TS voltadas para o tratamento da água da chuva, pois mesmo que um sistema seja de baixo custo, nem todas as famílias podem pagar pela implantação de sistemas de abastecimento.



Fonte: Autores

Figura 6. Cruzamento entre renda familiar e aceitabilidade dos S.A.A.C.

CONCLUSÕES

Os ribeirinhos da ilha Grande, a exemplo do que ocorre em muitas comunidades rurais da Amazônia, consomem água subterrânea de qualidade duvidosa e/ou água retirada diretamente do rio comprometida por ações antrópicas, acentuando os problemas vinculados à qualidade da água ingerida por essa população que dispõe de serviços de saúde precários.

Ações de governantes, organizações não-governamentais, instituições de ensino e dos próprios habitantes demonstram interesse pela implantação de SAACs que possibilitem o acesso à água potável na comunidade. Porém, não existe articulação entre estes agentes para a promoção de uma gestão realmente participativa que respeite as particularidades locais e motive os moradores a se organizar em torno da TS com o objetivo de torná-la política pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramovay, Ricardo. **Representatividade e inovação**. In: Seminário Nacional De Desenvolvimento Rural Sustentável. Brasília: MDA, CONDRAF, 2005.

[10] A maioria dos entrevistados (66,6%) considera a água que utiliza atualmente para beber e cozinhar é de boa qualidade

Azevedo, J. R. de. **Tipologia dos Sistemas de Manejo de Açaizais Nativos Praticados Pelos Ribeirinhos em Belém, Estado do Pará**. Belém: UFPA, 2005. Dissertação de mestrado.

Bava, Silvio Caccia. Tecnologia Social e Desenvolvimento Local. In: **Tecnologia social**: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p.103-116.

BarbierI, J. C. **Desenvolvimento e Meio Ambiente:** As Estratégias de Mudanças da Agenda 21. 12. Ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2011.

Companhola, Clayton; Silva, José G. Desenvolvimento Local e a Democratização dos Espaços Rurais**. Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, n.1, p.11-40, jan./abr. 2000.

Fonseca, Rodrigo e Serafim, Milena. A Tecnologia Social e seus arranjos institucionais. In: DAGNINO, Renato (org). **Tecnologia social**: ferramenta para construir outra sociedade 2. ed. Campinas: Komedi, 2010.p. 249-264.

Fonseca, Rodrigo. Tecnologia e Democracia. In: **Tecnologias Sociais**: Caminhos para a Sustentabilidade. Brasília: Rede de Tecnologia Social, 2009. p.145-154.

Guerra, Gutemberg. Armando Diniz. A Expansão do Território de Belém para as Ilhas. In: Simpósio Amazônia. Cidades e Geopolítica das Águas, 2003, Belém. **Anais**... Belém: NAEA/UFPA, 2003.p.157-159.

Lassance, Antonio E. e PEDREIRA, Juçara Santiago. Tecnologias Sociais e Políticas Públicas. In: **Tecnologia social**: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p.65-82.

Machado, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 11. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2003.1.064p.

Siqueira, Leandro de Castro. Política Ambiental Para Quem? **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v.11, n.2, p.425-437, jul/dez.2008.

Souza, T.M. Meio ambiente e gestão participativa: uma convergência. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.32, n 1, p. 159-162, Jan./Fev. 1998.

Veloso, Nircele da Silva Leal. **Água Da Chuva e Desenvolvimento Local**: O Caso do Abastecimento das Ilhas de Belém. Belém: UFPA, 2012. 158p. Dissertação de mestrado.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS PLUVIAIS ARMAZENADAS EM CISTERNAS DA ÁREA RURAL DE INHAMBUPE, SEMIARIDO BAIANO: ESTUDOS DE FATORES INTERVENIENTES

Nara de Melo Dantas da Silva[1], Ana Paula Braga Coelho[2],
Louisa Perello[3] & Luiz Roberto Santos Moraes[4]

Resumo: No semiárido baiano o abastecimento tradicional de água é bastante difícil, uma vez que as pessoas que moram nesta região não são atendidas por sistema público de abastecimento de água e apresentam residências distantes uma das outras, necessitando percorrem distâncias para conseguirem água para consumo. Assim, o aproveitamento de água de chuva apresenta-se como uma solução. Apesar de todas as vantagens do sistema de aproveitamento de água de chuva, os potenciais riscos à saúde por meio da ingestão de água de chuva coletada relacionados à qualidade microbiológica (contaminação) devem ser levados em conta, pois definem os possíveis usos e os tipos de tratamento que devem ser dados à água coletada. O objetivo do trabalho é estudar os fatores intervenientes que podem influenciar na qualidade microbiológica da água, por meio da introdução ou retirada de alguns componentes da cisterna. O estudo foi realizado na área rural do município de Inhambupe-Bahia.

Palavras-chaves: Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva; Qualidade Microbiológica; Fatores Intervenientes da Água de Chuva.

INTRODUÇÃO

O sistema de aproveitamento da água de chuva como uma fonte de abastecimento de água não é nenhuma novidade. Existem registros deste tipo de sistema a mais de 2000 anos. Ao longo do tempo esta técnica de abastecimento foi sendo substituída pelos novos e mais modernos sistemas públicos de abastecimento de água. Porém, há alguns anos (Séc. XX), o sistema de abastecimento de água de chuva vem sendo retomado devido à crescente escassez de mananciais com quantidade e qualidade de água (PHILIPPI *et al.*, 2006; DIAS, 2007; SANTOS *et al.*, 2008), principalmente em regiões semiáridas.

No caso específico de regiões dispersas do Semiárido Baiano, o abastecimento tradicional de água é bastante difícil, uma vez que as pessoas que moram nestas áreas apresentam uma relativa distância entre as residências ou pela inexistência destes sistemas, necessitando muitas vezes as pessoas percorrerem longas distâncias para conseguir água para seus usos pessoais e dessedentação de animais. Outro problema existente nestas regiões é a carência hídrica, com irregularidade das chuvas e a má qualidade das águas superficiais disponíveis. Com estas dificuldades, a convivência com o semiárido torna-se bastante dificultada.

Toda esta problemática com a região semiárida é um grande incentivador para o retorno da utilização de sistemas de aproveitamento de água de chuva (principalmente por ser um sistema decentralizado), e este estímulo está sendo apoiado pelo Programa de Formação e Mobilização para Convivência no Semiárido: 1 Milhão de Cisternas Rurais (P1MC), que conta com o apoio de Organizações Governamentais e Não Governamentais (ONGs), como a ASA (Articulação no Semi Árido).

Apesar de todas as vantagens do sistema de aproveitamento de água de chuva e do incentivo para sua implementação, os potenciais riscos à saúde por meio da ingestão de água de chuva coletada relacionados à

[1] UFBA, Departamento de Engenharia Ambiental, Rua Aristides Novis, 02, Federação, CEP: 40210-630, Tel.: (71) 3283-9791, naradanttas@hotmail.com, Engª Ambiental, Mestranda em Meio Ambiente, Águas e Saneamento / UFBA
[2] Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental/UFBA
[3] Professora Adjunto do DEA-MAASA/UFBA
[4] Professor Titular em Saneamento/Participante Especial do MAASA/UFBA

qualidade microbiológica (contaminação) devem ser considerados, pois definem os possíveis usos e os tipos de tratamento que devem ser dados à água coletada, tornando-se um fator de extrema importância no aproveitamento de água de chuva.

No Brasil, ainda pouco se conhece sobre a real extensão do problema, inclusive havendo carência de informações epidemiológicas e de qualidade bacteriológica das águas (BASTOS *et al.*, 2001 *apud* ÁLVAREZ, 2005).

Embora os riscos epidemiológicos associados às cisternas sejam pequenos, os estudos mais atuais recomendam que todo empenho deve ser feito para diminuir a contaminação das águas das cisternas utilizadas para consumo humano (ANDRADE NETO, 2003). Xavier (2010) ressalta que o manejo de forma inadequada é uma das principais formas de contaminação da água, ou seja, quanto melhor manejo do sistema de coleta melhor a qualidade microbiológica da água de chuva coletada, os efeitos do manejo dos fatores intervenientes da água é melhor descrito no Quadro 01.

Quadro 1. Componentes do sistema de coleta de água de chuva que interferem na qualidade da água coletada

Componente	Efeitos na Qualidade da Água Coletada
Superfície de Captação	Por ser externa, estará sempre vulnerável à contaminação de diversas origens, como poluentes atmosféricos, folhas, galhos, pequenos animais e seus dejetos, dentre outros contaminantes, acumulando estes matérias durante o período entre duas chuvas, caracterizado como a principal fonte descarga poluidora do sistema de aproveitamento de água de chuva. Destaca-se que o tipo de material utilizado na superfície de coleta pode influenciar na qualidade das águas coletas, as águas coletadas por telhas metálicas apresentam uma qualidade melhor do que a água coletada pelas telhas de cerâmica, por causa do seu aquecimento com a incidência da luz solar podendo causar uma desinfecção natural da água de chuva.
Proteção das calhas	Remove detritos maiores, tais como folhas, galhos e flores que caem sobre o telhado a partir da água da chuva captada antes que chegue ao tanque.
Sistema de descarte das 1as águas	Oferece ao sistema a possibilidade de se livrar dos contaminantes menores, tais como poeira, pólen e de fezes de aves e roedores. Destaca-se a água que é descartada contém elevada concentração de nutrientes (matéria orgânica) que se acumulam nos telhados, entre uma chuva e outra. Entanto, não existe um cálculo exato para determinar a quantidade inicial de água a ser desviada, pois existem muitas variáveis que determinam a eficácia da lavagem da superfície de captação, que mudam de acordo com o tempo e locais
Reservatório	A qualidade da água no reservatório está sujeita a alguns cuidados como: evitar a entrada de luz e rachaduras na estrutura do reservatório, pois fechado minimiza a proliferação de algas em seu interior, e as aberturas que permitam a entrada de insetos; a limpeza regular, pois o acumulo de matéria orgânica é a principal fonte de nutrientes para a proliferação de microrganismos; não misturar a água de chuva com outras fontes de fornecimento de água.
Sistema de Bombeamento	O transporte por baldes ou latas inapropriados pode ser um fator de contaminação das águas armazenadas nos reservatórios e no interior das residências. Ou seja, introdução de baldes ou latas inapropriadas no reservatório podem influenciar na contaminação da água de chuva.
Tratamento	Eliminação de matéria orgânica e de microrganismos das águas de chuva coletadas, levando a um padrão de potabilidade.

MATERIAL E METODOS

Por meio de fontes de informação como a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome (MDS), por meio do Censo 2010 do IBGE e da EMBASA conseguiu-se informações à respeito do sistema de aproveitamento de água de chuva implementado no município de Inhambupe - Bahia. A observação participante (segundo passo) foi coletada as informações pessoalmente por um dos autores juntamente com um representante do sindicato dos trabalhadores rurais de Inhambupe, que ajudou na localização das cisternas. Nesta fase foi realizado o levantamento das cisternas localizadas na área rural do município de Inhambupe, no período de 30 de janeiro a 15 de março do mesmo ano. Todas essas cisternas foram observadas de acordo com um roteiro com o objetivo de obter dados sobre:

Área de captação	Sistema de tratamento	Sistema de Bombeamento	Manuseio e Manutenção	Reservatório
Materiais utilizados no sistema	Usos aplicados da água de chuva na residência	Sistema de descarte das primeiras águas	Calhas e condutores	Fatores de contaminação

Os critérios de seleção das amostras para coleta foram de acordo com as características observadas em campo, como: tipo de bombeamento (casa nº01), descarte das primeiras águas (casa nº07), tela de proteção das calhas (casa nº02), presença de árvores (casa nº06), presença de galinhas (casa nº08), período de limpeza da cisterna (casa nº04), fossa (casa nº03) e como controle uma casa dotada de condições sanitárias adequadas (casa nº03).

As amostras foram devidamente coletadas, dentro do padrão exigido, e levadas para análise no laboratório do Departamento de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da UFBA (LABDEA/EPUFBA), e analisadas de acordo com os seguintes parâmetros: Coliformes termotolerantes- pelo teste de membrana filtrante, bactérias heterotróficas-pelo método de contagem de bactérias heterotróficas em placas pela técnica de pour plate, descritas no *Standard Methods*, 2005 (EATON; FRANSON, 2005).

Com os resultados obtidos foram realizadas as análises estatística dos dados encontrados. Os resultados encontrados na observação participante dos seguintes parâmetros: peixes na cisterna (tabela 1), tipo de tratamento (tabela 6), tipo de bombeamento da cisterna (tabela 5), sistema de destarte das 1as águas (tabela 3), presença de árvores próximas a cisterna (tabela 4), existência de tela de proteção das calhas (tabela 7), presença de fossa (tabela 2), presença de galinheiro (tabela 8), período de limpeza da cisterna (tabela 9) e as análises das amostras em laboratório resultando nos dados microbiológicos (tabela 10), permitindo que a análise estatística permita avaliar a qualidade da água de chuva e analisar a influência dos fatores intervenientes do manejo e a verificação das possibilidades de uso da água pluvial em residências localizadas na área rural.

Tabela 1. Presença de peixes na cisterna

Criação de Peixes	Contagem	Porcentagem
DESATIVADA	19	2,62%
Não	648	89,26%
Sim	39	5,37%
S.R.	20	2,75%
Total	726	100,00%

Tabela 2. Presença de fossa próximo da cisterna

Fossa	Contagem	Porcentagem
DESATIVADA	19	2,62%
Não	196	27,00%
Sim (>10m)	472	65,01%
Sim (10m)	12	1,65%
Sim (até 9m)	26	3,58%
S.R.	1	0,14%
Total	726	100,00%

Tabela 3. Sistema de descarte das 1as águas

Sistema de Descarte das 1as Águas	Contagem	Porcentagem
DESATIVADA	19	2,62%
N.A.	8	1,10%
Não	47	6,47%
Sim	626	86,23%
S.R.	26	3,58%
Total	726	100,00%

Tabela 4. Presença de árvores próxima ao Telhado

Presença de Árvores	Contagem	Porcentagem
DESATIVADA	19	2,62%
N.A.	3	0,41%
Não	13	1,79%
sim (10m)	4	0,55%
Sim (>10m)	42	5,79%
Sim (até 9m)	644	88,71%
S.R.	1	0,14%
Total	726	100%

Tabela 5. Tipo de bombeamento da água da cisterna

Tipo de Bombeamento	Contagem	Porcentagem
Balde c/ auxilio de corda	329	45,32%
DESATIVADA	19	2,62%
Elétrico	18	2,48%
Manual	319	43,94%
Nunca encheu	1	0,14%
Manual/ Balde c/ auxilio de corda	36	4,96%
Balde c/ auxilio de corda/ Mangueira	1	0,14%
Elétrico/ Balde c/ auxilio de corda	2	0,28%
S.R.	1	0,14%
Total	726	100%

Tabela 6. Tipo de tratamento da água

Tipo de Tratamento	Contagem	Porcentagem
Cloração	135	18,60%
Cloração (NMU)	15	2,07%
Cloração(NMU)/ Trat. Alternativo	1	0,14%
Cloração/ Filtração	49	6,75%
Filtração/Cloração (NMU)	14	1,93%
Cloração/Trat. Alternativo	1	0,14%
Cloração (quando lava a cisterna)	1	0,14%
Coar	131	18,04%
Coar/ Cloração	61	8,40%
Coar/Cloração (N.M.U.)	19	2,62%
Coar/ Cloração/ Filtração	1	0,14%
Coar/Filtração/ Cloração (N.M.U.)	4	0,55%
Coar/Cloração/ Filtração/Trat. Alternativo	1	0,14%
Coar/ Cloração/ Trat. Alternativo	1	0,14%
Coar / ferver	2	0,28%
Coar/ Ferver/ Cloração / Trat. Alternativo	1	0,14%
Coar / Ferver / Filtração	1	0,14%
Coar / Filtração	60	8,26%
Coar / Filtração/ Cloração	18	2,48%
Coar/ Trat. Alternativo	1	0,14%
DESATIVADA	19	2,62%
Ferver / Cloração	1	0,14%
Ferver/ Cloração/ Filtração	1	0,14%
Ferver/Cloração/ Filtração/Trat. Alternativo	1	0,14%
Ferver/ Filtração	2	0,28%
Filtração	60	8,26%
Filtração/ Trat. Alternativo	2	0,28%
N.A.	81	11,16%
Nunca encheu	1	0,14%
Trat. Alternativo	2	0,28%
S.R.	39	5,37%
Total	726	100,0%

* N.M.U. = No momento do uso

Tabela 7. Existencia de tela de proteção das calhas

Tela de Proteção das Calhas	Contagem	Porcentagem
DESATIVADA	19	2,62%
N.A.	3	0,41%
Não	68	9,37%
Sim	635	87,47%
S.R.	1	0,14%
Total	726	100%

Tabela 8. Presença de galinheiro no domicílio

Presença de Galinheiro	Contagem	Porcentagem
DESATIVADA	19	2,62%
N.A.	3	0,41%
Não	208	28,65%
Sim (> 10m)	208	28,65%
Sim (10m)	16	2,20%
Sim (até 9m)	36	4,96%
Sim (moita)	235	32,37%
S.R.	1	0,14%
Total	726	100%

Tabela 9. Período de limpeza da cisterna

Período de Limpeza da Cisterna	Contagem	Porcentagem
Anual	264	36,36%
DESATIVADA	19	2,62%
Diferente (> 1 ano)	38	5,23%
Diferente (< 6 meses)	31	4,27%
Não realiza limpeza	216	29,75%
S.R.	28	3,86%
Semestral	130	17,91%
Total	726	100,00%

Tabela 10. Resultados das análises de colifor. termotolerantes da água da cisterna

Casa	Colif. Termotolerantes			
	Camp .01	Camp. 02	Camp. 03	Média
1	10	95	11	39
2	<10	<1	<1	3
3	10	200	22	77
4	60	<1	<1	20
Contr.	<1	<1	<1	<1
5	10	8	<10	9
6	160	13	43	72
7	10	3	16	10
8	20	<10	37	22
Contr.	<1	<1	<1	<1

RESULTADOS E DISCUSSAO

Das 726 observações participantes realizadas observou-se que 19 destas estavam desativadas, ou seja, a cisterna continua a existir, mas não havia ninguém morando na casa ou o terreno foi vendido a outro proprietário, totalizando 707 cisternas em funcionamento.

Ao ser beneficiada com o direito de ter uma cisterna uma pessoa da família deve receber um curso de como cuidar da cisterna e porque deve cuidar, curso com total de 16 horas, realizado em dois dias.

No curso aprendem que não devem criar peixes na cisterna, mas as pessoas que criam estes no interior da cisterna acreditam que os peixes não evacuam e que se alimentam dos microrganismos que possam vir a entrar na cisterna.

Tabela 11. Resultados das análises de Bact. Heterotróficas da água da cisterna

Casa	Bact. Heterotróficas			
	Camp. 01	Camp. 02	Camp. 03	Média
1	11456	17303	26488	18415
2	7475	15763	7685	10308
3	100	22425	18688	13738
4	45	120	10988	3718
Contr.	0	0	0	0
5	1410	1480	13975	5622
6	330	1860	7431	3207
7	600	11375	7800	6592
8	170	380	7888	2813
Contr.	0	0	0	0

As pessoas que tomam o curso são instruídas também a descartar os primeiros minutos de chuva, cerca de 20 a 30 minutos de chuva. Quanto esta instrução não é obedecida, são os casos em que o proprietário não tem condições de efetuar este descarte ou não estava consciente da realização deste.

Neste curso também aprenderam que deveriam tratar a água com o hipoclorito de sódio a 2,5%, disponibilizado pelo Ministério da saúde, 30 minutos antes de seu uso, em casos que ainda estivesse sentindo o "gosto" do cloro realizassem esta cloração na noite anterior ao consumo e no caso de ausência este hipoclorito de sódio poderiam colocar água em recipientes plásticos e deixar ao sol por um dia inteiro (SODIS). Foi observado foi que nem todos aplicam estes preceitos, achando outras soluções para tratamento como: somente coam a água antes de coloca-las nos potes, potes e em filtros de barro, ferver antes de consumir. Quanto a não utilização do cloro alegam que o agente de saúde não tem o hipoclorito de sódio (2,5%) ou porque não sabem utiliza-lo.

A bomba manual é um artigo de composição da cisterna, que sempre compôs a lista dos componentes da cisterna, a modificação que ocorreu ao longo do tempo foi que esta bomba manual sofreu melhoras ao longo do tempo. A primeira bomba manual instalada na zona rural de Inhambupe foi o tipo "rodete", que logo percebeu-se que não era a melhor bomba manual instalada, pois além de ser muito difícil se conseguir tirar água do interior da cisterna, estas quebravam com facilidade. Sendo este modelo de bomba substituído pela bomba plástica, esta além de serem mais fáceis de manusear, demonstraram-se ser mais resistentes, mesmo assim existem bombas plásticas quebradas pelo mau uso e ressecamento pelo sol. Algumas famílias conseguiram implementar a bomba elétrica, mas não se sabe se este tipo de bombeamento prejudica ou não a estrutura da cisterna.

A tela de proteção das calhas é outro componente da cisterna, que passou a fazer parte integrante do material da construção da cisterna, pois as 1ªs cisternas não tinham este componente e começou a ser relatado de que se estava acumulando muita sujeira na cisterna. Então para o valor encontrado para ausência neste quesito refere-se as 1ªs cisternas construídas no município ou esta tela quebrou e o proprietário não repôs a peça.

A presença de árvores próximas ao telhado é bastante marcante da região, principalmente por se tratar de uma região localizada na zona rural. Demonstrando assim que a maior concentração de famílias beneficiadas contém alguma árvore próxima a superfície de coleta. Já com relação à criação de galinhas há uma abundancia da criação destes, pois além de se produzir a carde este animal produz os ovos, ajudando na renda da família (venda de ovos) e nos casos de necessidade alimentar ajudando no fornecimento de proteína animal.

A periodicidade da limpeza da cisterna é outro fator discutido no curso realizado, neste curso alerta-se de que a limpeza cisterna deve ser realizada anualmente, mas em casos que a cisterna esteja muito cheia para se esvaziar pode-se deixar para realizar a limpeza num intervalo de tempo maior, destacando-se que não se deve tornar esta recomendação em regra.

Como na zona rural não existe um sistema de coleta e tratamento de esgoto a forma utilizada para a destinação dos resíduos do banheiro é fossa, a recomendação dada é que a cisterna seja construída a uma

distancia maior a 10 metros de distancia da fossa, em poucos casos a cisterna veio antes da construção da fossa, e em casos mais graves algumas casas não tem a presença de fossa, no qual nestes casos a família utiliza a mata para realizar suas necessidades fisiológicas.

Os resultados da analise de coliformes termotolerantes expressam que praticamente todas as amostras apresentam com a presença deste indicador, indicando contaminação fecal recente. Considerando a Portaria de Potabilidade do Ministério da Saúde nº 2914/2011, indica que estas águas estão improprias para consumo humano. Avaliando pela Resolução do CONAMA nº 274/2000 que estabelece a balneabilidade da água, todas as amostras encontram-se com uma qualidade excelente (d" a 250 UFC/100mL).

Já com relação as bactérias heterotróficas todos os valores deram acima do recomentado na portaria de potabilidade, indicando que os valores de coliformes termotolerantes podem ter dado um falso negativo, devendo estes valores serem revisados em outras analises.

CONCLUSÃO

Devido ao não comprimento de todos os itens repassado no curso, este curso deveria ser reforçado, a cada período de tempo para que estes possam relembrar-se dos cuidados com a cisterna, pois a aplicação do manejo ajuda a reduzir a contaminação da água de chuva recolhida. Quanto a qualidade microbiológica, água coletada deve sofrer um tratamento primário, realizado pelo próprio consumidor, para esta própria consumo humano para atingir os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 29214/2011, mas isto não impossibilita que esta água tenha um padrão de qualidade excelente estabelecido pela resolução do CONAMA 274/2000, autorizada para contato direto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, M. L. P. Qualidade Bacteriológica da Água Distribuída e Consumida Antes e Após o programa Bahia Azul: Fatores Determinantes na Cidade do Salvador. Salvador: UFBA, 2005. 168p. Dissertação de Mestrado.

ANDRADE NETO, Cicero Onofre de. Segurança Sanitária das Águas de Cisternas Rurais. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. 4º, 2003, Petrolina. Anais...Petrolina: ABCMAC. 2003

DIAS, I. C. S.. Estudo da Viabilidade Técnica, Econômica e Social do Aproveitamento de Água de Chuva em Residências na Cidade de João Pessoa. João Pessoa: UFPB, 2007. 132p. Dissertação de Mestrado.

EATON, Andrew D; FRANSON, Mary Ann H. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. Washington, D.C.: APHA, c2005. p.

PHILIPPI, L. S.; VACCARI, K. P.; PETERS, M. R.; GONÇALVES, R. F. Aproveitamento da Água de Chuva. In:_____. Ricardo Franci Gonçalves (Coordenador; UFES, UFSC, UNICAMP, IPT;). Uso racional da água em edificações. Vitoria: PROSAB, 2006. Cap. 3. p. 73-152;

SANTOS, C. A. G.; MAGNO, K.; PALMEIRA, M.; DANTAS, R.; BRAGA I. Y. de L. G. Aproveitamento de Água de Chuva para Fins não Potáveis. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO, 10., 2008.

XAVIER, R. P. Influencia de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas do semiárido paraibano. Campina Grande: UFCG, 2010. 114p. Dissertação de Mestrado.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

DISPONIBILIDADE, DEMANDA E INDICAÇÕES DE OBRAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA PRODUTORES RURAIS NO MUNICÍPIO DE GURJÃO, PB

Débora Samara Cruz Rocha Farias[1] & Soahd Arruda Rached Farias[2]

Resumo: O semiárido nordestino apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas e elevada evaporação. O objetivo do trabalho é levantar fatores de disponibilidade e demanda de água para pessoas e animais do município de Gurjão, reconhecendo as particularidades das classes de uso do solo local e indicando as melhores obras de captação de água, para que possam atender com mais sustentabilidade, a pequenos produtores e diminuir as perdas decorrente de evaporação, escoamento superficial elevado, solos raso e rico em sais e baixa precipitação. A capacidade de prover água através de cisternas e cisternões fechados é de fundamental importância no desenvolvimento sustentável local, onde é registrada elevada taxa de evaporação, desde que seja incentivado a construção gradativa, de acordo com as pessoas existentes no local, calculando em base do regime de chuvas local, dos telhados das residências, dos lajedos da propriedade e dos calçadões a serem construídos, podendo assim obter água de melhor qualidade, próximo as habitações.

Palavras-chave: seca, solos rasos, falta de água.

INTRODUÇÃO

O Polígono das Secas conhecido como semiárido nordestino apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas e elevada evaporação.

As chuvas costumam serem fortes concentradas em períodos de algumas horas ao longo de poucos meses do ano, em geral nos meses de verão e outono. Nesse cenário, a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e, até mesmo, à subsistência da população, cuja atividade econômica gira em torno da agricultura familiar e escasso excedente para comercialização.

No que se refere aos aspectos climáticos, à região tem um balanço hídrico deficitário, onde em média, tem-se uma evaporação de 2000 a 2500 mm/ano contra uma precipitação variando de 400 aos 800 mm/ano nos diversos estados da região, além do que, a distribuição destes volumes ao longo do ano apresenta-se irregular, com a estatística registrando o escoamento em apenas um dia de 21% de tudo o que precipita, chegando aos 63% em menos de um mês, culminando com 99% do total escoando em 180 dias (CARNEIRO, 1998). Em termos geológicos, evidencia-se a presença de cristalinos ocupando aproximadamente a metade de sua área, onde o armazenamento da água se restringe as zonas fraturadas.

Os solos caracterizam-se pedologicamente por serem rasos, pouco desenvolvidos, de baixa capacidade de retenção de água (grande maioria), com média a alta fertilidades natural, de textura média a arenosa, pouco ácidos, praticamente neutros, suscetibilidade à erosão, pedregosidade e rochosidade (Solonchaks e Solonetz) e drenagem (Regossolos com fragipan e Planossolos), (AZEVEDO e DALMOLIN, 2004).

Segundo Rebouças e Marinho (1972), o balanço hídrico da região apresenta uma precipitação pluviométrica anual para todo o Nordeste de 700 bilhões de m^3, dos quais 642,6 bilhões de m^3 são consumidos pela evapotranspiração (91,8%), 36 bilhões de m^3 escoam superficialmente pelos rios para o mar (5,1%), ficando armazenados e efetivamente disponíveis deste total 22 bilhões de m^3 (3,10%).

O objetivo do trabalho é levantar fatores de disponibilidade e demanda de água para pessoas e animais do município de Gurjão, reconhecendo as particularidades das classes de uso do solo local e indicando as melhores obras de captação de água, para que possam atender com mais sustentabilidade, a pequenos produtores e

[1] Aluna do Curso de Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: debisancruz@yahoo.com.br
[2] Engo Agrícola, Prof. Doutora da Unidade acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB

diminuir as perdas decorrente de evaporação, escoamento superficial elevado, solos rasos e rico em sais e baixa precipitação.

MATERIAL E MÉTODOS

Aspectos gerais do município

Gurjão apresenta uma população estimada em 3.159 habitantes (IBGE, 2010). Está localizado na Microrregião Gurjão e na Mesorregião Borborema do Estado da Paraíba. Sua área é de 343 km² representando 0.6081% do Estado, 0.0221% da Região e 0.004% de todo o território brasileiro. A sede do município tem uma altitude aproximada de 491 metros distando 179,9 Km da capital. O acesso é feito, a partir de João Pessoa, pelas rodovias BR 230/BR 412/PB 176. O município foi criado em 1962, a População Total é de 2.789 habitantes, sendo 1.684 na área urbana. Seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0.639, segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano-PNUD (2000). São registrados 47 domicílios particulares permanentes com banheiro ligados à Rede Geral de Esgoto, 434 domicílios particulares permanentes têm abastecimento ligado à Rede Geral de Água, e 439 domicílios particulares permanentes têm lixo coletado. Existem 10 leitos hospitalares, em 03 Estabelecimentos de Saúde prestadores de serviços ao SUS. O Ensino Fundamental tem 862 Matrículas e o Ensino Médio 135.

O município de Gurjão está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metros. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta.

A área da unidade é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo. A vegetação desta unidade é formada por *Florestas Subcaducifólica e Caducifólica,* próprias das áreas agrestes. O clima é do tipo *Tropical Chuvoso*, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se adiantar até outubro.

Nas *Superfícies suaves onduladas a onduladas*, ocorrem os *Planossolos*, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os *Podzólicos*, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nas *Elevações* ocorrem os solos *Litólicos,* rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Nos *Vales* dos rios e riachos, ocorrem os *Planossolos,* medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda *Afloramentos* de rochas.

Recursos hidricos

O município de Gurjão encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, localizada na região da Sub-bacia Taperoá. Seus principais tributários são: os rios Gurjão e Soledade, além dos riachos: das Ubaias, Pascácio, das Cobras, Quixaba, Salgadinho, da Quixaba, do urubu, do Negro, da Joaquina, do Iço, do Livramento, da Icatinga, Lazâzinha e Piancó. Os principais corpos de acumulação são: o açude Livramento, do Estado e as lagoas: da Jurema, do Barril, do Junco, dos Paus Brancos, dos Grossos, do João de Abreu, João Medeiros, dos Marrecos e do Batista. Todos os cursos d' água têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico segundo BRASIL (2001)

METODOLOGIA DO ESTUDO

O trabalho consta de um recolhimento de dados técnicos existentes em várias fontes de informação como a AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba e o IBGE – Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística. Através da AESA (2011), obtem-se informações do regime de chuva mensal e anual ao longo de 16 anos (1995 a 2010) no município de Gurjão, juntamente com a climatologia (precipitação esperada), sendo avaliado o comportamento da ocorrência das chuvas com relação a média histórica do local.

Como forma de avaliar o volume de água basea-se na climatologia do local, como também realiza-se uma estimativa de demanda diária de consumo humano e de dessedentação animal, conforme Farias et al. (2012). A quantidade de habitantes do municipio basea-se no censo de 2010 e pecuária existente em 2009, no munícipio através de dados do IBGE (2011).

Através da área do divisor geo politico do município (IBGE 2011) confronta-se o volume de água anual precipitado no local com a demanda de água pelas pessoas e animais de produção.

Para uma avaliação do potencial de reserva hídrica do solo, é observado através do plano dos recursos hídricos da Paraíba, disponível no site da AESA (2011), características predominantes dos solos e da capacidade de uso do solo sendo discutido como validar tal indicação de exploração econômica com as melhores técnicas de reserva hídrica, visando assim maior sustentabilidade do local através de sua atividade econômica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo AESA (2011), o Estado da Paraíba possui no quadro de expectativas de acumulado de chuvas anuais, apresenta 21 municípios com climatologia inferior a 500 mm por ano, dentre eles o município de Gurjão (Figura 1), Durante uma série de 16 anos (Figura 2) de acumulo de chuvas durante o ano, é percebido que por 9 anos, o município teve acolhimento de águas muito abaixo do que é considerado média para o local, tendo o ano de 1998 precipitado e acumulado apenas 20,2 % das chuvas esperadas, sequenciado com o ano de 1999 com 29,5 % da média, deixando a cidade extremamente comprometida de reposição hídrica, e necessitando de abastecimento além fronteiras. Sendo também necessário prover acolhimento, quando nas chuvas elevadas, e que normalmente não são previstos obras de acolhimento, resultando em semelhante comportamento de necessidade, pois grande parte perde por escoamento e muitas vezes trazendo solo de arrasto e produzindo perdas das culturas e rompimento de açudes de pequeno porte.

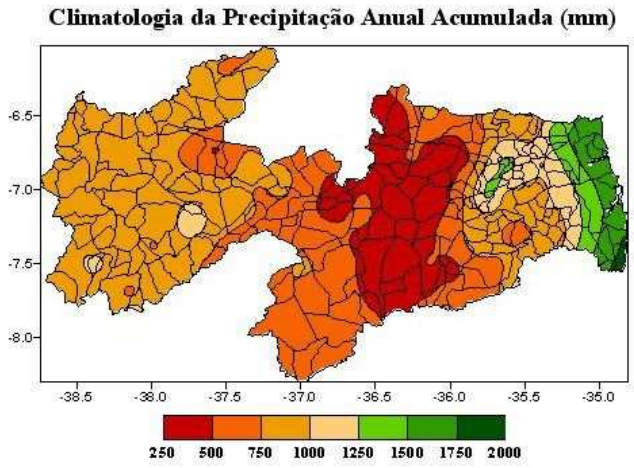


Figura 1. A precipitação anual acumulada está entre 250 e 500 mm (AESA, 2011)

Figura 2. Seríe de 16 anos de chuvas acumuladas no município de Gurjão (AESA, 2011)

Verifica-se a distribuição das chuvas acumuladas ao longo dos meses, durante cada ano, e neste município observa-se que existem características de variação temporal elevada entre os meses e entre anos (Tabela 1), além de representar valores pequenos, que inviabiliza a maioria das culturas de ciclo anual, que necessitam em média de 300 a 500 mm num ciclo de 3 a 5 meses, não sendo assim uma climatologia esperada, suficiente para

Tabela 1. Distribuição de chuvas acumuladas mensalmente, entre os anos de 1995 e 2010 no município de Gurjão, PB

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1995	0,0	62,9	175,9	18,9	138,4	23,4	28,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0
1996	7,0	17,0	87,4	126,8	0,0	25,5	43,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1997	22,5	30,7	87,8	24,2	61,0	5,7	22,4	19,6	4,4	0,0	12,0	14,4
1998	0,0	0,0	36,2	3,2	12,0	8,4	15,4	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	0,0	6,8	49,6	13,2	8,6	9,0	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8
2000	72,0	182,0	169,0	84,6	33,8	61,2	50,9	51,0	19,0	0,0	0,0	48,4
2001	0,0	0,0	103,7	35,4	0,0	55,2	35,5	6,7	24,3	19,0	4,2	49,8
2002	87,8	93,3	74,3	17,6	94,9	46,4	0,0	4,4	0,0	1,5	0,0	27,0
2003	34,4	13,8	56,4	64,2	16,8	44,9	0,0	61,8	8,0	1,9	0,0	0,0
2004	307,7	68,4	17,6	17,0	38,6	58,0	0,0	13,3	7,2	0,0	0,0	0,0
2005	40,8	148,0	125,6	57,6	24,8	78,9	4,7	13,8	0,0	0,0	0,0	28,8
2006	0,0	22,5	136,2	294,0	28,7	152,0	0,0	10,2	0,0	0,0	9,3	0,0
2007	4,6	114,1	19,6	82,1	23,8	24,4	0,0	22,8	6,7	0,0	0,0	0,0
2008	48,0	0,0	290,4	272,3	146,6	40,9	40,4	6,1	4,1	0,0	0,0	7,2
2009	9,7	43,7	73,0	192,4	170,6	26,9	38,7	49,6	0,0	0,0	2,0	20,2
2010	64,2	61,4	114,7	23,2	150,3	122,2	13,6	20,3	16,4	123,9	0,0	52,2
CLIMAT.	25,1	66,8	97,6	137,8	46,0	35,7	34,0	9,4	3,3	5,9	5,4	10,2

Fonte: AESA (2011)

programação de eventuais explorações de agricultura de sequeiro. Os meses de agosto a dezembro com relação a alguns anos de acordo com a tabela 1 são marcados pela baixa ou quase nenhuma precipitação pluviométrica.

Para ocorrer prosperidade e sustentabilidade em regiões com estas características, os solos a serem escolhidos para referidas práticas culturais, devem prevalecer solos profundos, de textura mediana para promover maior infiltração, além de ficar localizada em baixios, geralmente leitos de riachos pequenos ou linhas naturais de drenagem do terreno, quando ainda preservada , sem erosões.

Após atribuição de valores de consumo de água baseado em vários autores citados em Farias et al. (2012), sobre demanda de água para animais e o consumo diário para população para cidade de pequeno porte, é obtido a demanda de água líquida do município de Gurjão (Tabela 2).

Tabela 2. Demanda Liquida de água para animais de produção e população no município de Gurjão, PB

Demanda	Quant.	Unid.	L dia^{-1} cab^{-1}	m^3 dia^{-1}	m^3 ano^{-1}
População estimada em 2010	3.159	Hab	150	473,85	172.955,25
Bovinos	4210	Cab	45	189,45	69.149,25
Equinos	155	Cab	30	4,65	1.697,25
Asininos	310	Cab	15	4,65	1.697,25
Muares	30	Cab	15	0,45	164,25
Suinos	440	Cab	7	3,08	1.124,20
Caprinos	14690	Cab	7	102,83	37.532,95
Ovinos	4539	Cab	7	31,77	11.597,15
Frangos (as), galos e pintos	3000	Cab	2	6,00	2.190,00
Galinhas	2460	Cab	2	4,92	1.795,80
Vacas ordenhadas	765	Cab	50	38,25	13.961,25
Total de necessidade de água projetada				859,90	313.864,60

Fonte: IBGE, 2011, com pecuária estimada no ano de 2009, e população no ano de 2010

A climatologia do local é de 485,5 mm ano^{-1} representa em volume, uma precipitação anual média esperada de 4.855,0 m^3 ha^{-1} o que na ausência de maior rede de pluviômetros, e de forma genérica, podemos extrapolar como referencia para todo o município, o que produziria um precipitado na área do município com 34.319,6 hectares uma ordem de 166.621.658 m^3 ano^{-1} de água dentro do divisor geo politico do município de Gurjão. O consumo de água em média para as pessoas e animais segundo valor obtido na tabela 2 é de 313.674,60 m^3

por ano, logo isto representa 0,19% do que chove em todo o município ao longo do ano baseado em média histórica.

Considerando os aspectos de perdas de água pela evapotranspiração potencial, onde no município vizinho de Boa Vista, indica uma perda potencial de 1.616,1 mm ano $^{-1}$ SUDENE (1984), e segundo AESA (2011), os solos observados no município a predominância de Solos Bruno não cálcico (NC49 e NC 25), em menor proporção Litólicos eutróficos (Re64) e acompanhando as margens do rio Gurjão e a montante do açude de Gurjão, encontra-se predominância de solos Aluviais (Ae6) . As Classes de Capacidade de Uso das Terras segundo AESA (2011) são 03, com maior proporção de Terras íngremes mais susceptíveis a erosão, próprias para cultivos contínuos e que se prestam mais para lavoura esporádica, também existem terras próprias para culturas permanente principalmente pastagem ou reflorestamento e um pouco menos de proporção de terras regulares, que podem ser cultivadas sem riscos de erosão desde que sejam empregadas as práticas agronômicas de terraço ou plantio em faixas . Observa-se então que a melhor atividade para o município, de forma sustentável seria para atividades agropastoris e silvicultura, que ainda assim necessita de planejamento de obras de reserva hídrica que possa prover em propriedades, a suficiência de água para a dessedentação animal. Enquanto as recomendações de exploração agrícola se restringem as áreas de aluvião, normalmente baixios que contemplam devido o relevo, maior acúmulo de umidade, podendo ser adequado investigação para obras de barragens subterrâneas.

Após observar valores baixos de precipitação, alto valor de evapotranspiração, e reconhecimento de solos rasos, o que impede armazenamento de água por infiltração, é percebível que o caminho de sustentabilidade hídrica em tais ambientes resulta em enquadrar o melhor, de acordo com as oportunidades de relevo e de quantidade de população a ser beneficiada. Uma solução que poderia ser adotada para o fornecimento de água para uma atividade econômica no município de Gurjão, seria águas subterrâneas (poços artesianos e profundos) para os animais, desde que a qualidade da água ainda fosse adequada para animais propostos na atividade agropastoril, e projetado a demanda de forma que fosse estimada suficiente para suprir, de forma bem distribuída nas áreas de pastoreio, como forma do animal diminuir suas perdas energéticas fazendo caminhadas longas em busca de saciar a sede, só planejando bebedouros pela propriedade, teremos uma atividade de produção animal prospera e isenta de infestação de verminoses típicas em caso de acesso dos animais em açudes nas propriedades, aumentando a poluição dos mananciais.

Para população rural, considerando que grande parte dos riachos e rios de maior porte, está contaminada por esgotos, em casos individuais e isolada de comunidades rurais, é através da captação em telhados, lajedos ou calçadões, visando acolhimento para cisternas de placas, em diversos tamanhos de acumulação, desde as mesmas fossem com tampas, pois isto evitaria as altas perdas de evaporação, e manteria a água mais preservada de contaminações. Segundo folhetos de divulgação da ASA (Articulação no Semiárido Brasileiro), esse tipo de cisterna pode ser construído com placas de cimento, cimento e tela, anéis de concreto, alambrados e outros materiais além de uma parte do reservatório ficar enterrada para dar mais resistência à estrutura e vale salientar que este procedimento emergencial não tem a pretensão de apresentar a solução completa para os problemas enfrentados pelos agricultores desse município, entretanto, não deixa de ser um método de trabalho que trará benefícios significativos aos nossos agricultores, considerando que: A implantação dessas cisternas contribuirá para minimizar os efeitos da seca que afetam as populações rurais; e o armazenamento de água nessas cisternas contribuirá para o consumo familiar nas épocas críticas, como o atual período de seca.

Desta forma tem como objetivo comum suprir o homem do campo com água potável e diminuir a proliferação de doenças oriundas das águas de açudes e riachos, captando e guardando água da chuva para beber e cozinhar.

As cisternas rurais de "placas" otimizam o tempo antes gasto na busca pela água, permitindo que mulheres e crianças, principais responsáveis pela atividade, possam se dedicar a outros afazeres. Além disso, a boa qualidade da água proporciona mais saúde para quem consomem, essas cisternas têm capacidade individual de armazenamento de 16 mil litros de água onde elas podem ser construídas pelos próprios trabalhadores de

cada comunidade, logo após um treinamento. Cisternas com capacidade para 16.000 litros ou 16 m³ (Figura 3), distribuídas em áreas críticas dos Distritos do Município, atingidos pelo prolongado período de estiagem de forma que fossem multiplicadas de acordo com a área do telhado da casa, e o regime de chuvas do municipio poderia promover não apenas uma por cada residência, mas duas ou três, de forma interligada, que na sangria de uma, recarregasse a seguinte, ou mesmo construísse em lados distintos da casa, cada uma recebendo a queda de água de um dos lados. O importante no caso de sustentabilidade hídrica para as pessoas e animais, é ter a quantidade dos mesmos na propriedade e realizar o planejamento do que precisa, reconhecendo as fontes existentes e planejando novas construções se assim for necessário, mas nunca criar muitos animais, com deficiência hídrica existente, pois os animais passam a andar muito, gastando a energia consumida durante o pastoreio, e o aspecto econômico de acumulo de peso fica então comprometido, e em casos extremos a morte de vários animais pela falta de água. Outras alternativas seriam a construção de cisternões (FIGURA 4) que captam água da chuva e possuem capacidade de captação de 52 mil litros utilizando calçadões como forma de captação ou mesmo lajedos..

Figura 3. Cisterna de placa
(Fonte: Autores, 2011)

Figura 4. Capacidade de 52 mil litros
(Fonte: Autores, 2011)

Para melhoramento da reserva alimentar para períodos secos, se faz necessário produzir maior aporte forrageiro em períodos chuvosos, sendo os riachos que representam os lugares com maior profundidade de solo e posição de relevo mais baixa, propícios para este objetivo, portanto acolher estas águas pelo obstáculo sub superficial, promovido pelas infiltrações durante as chuvas, além do arrasto de partículas de orgânicos, aumentando a fertilidade, já que tendem a ficar depositadas nestes pontos baixo, formando os aluviões dos riachos, esta técnica de obstáculo de água também promove menor evaporação da água contida agora no solo, e não com água exposta na superfície, é possível assim plantar sobre sua bacia hidráulica da barragem subterranea (FIGURA 5), atingindo maior umidade e garantido produção de sequeiro, mesmo com intervalos longo entre as chuvas, a água retida em pontos mais profundos, tem ascensão através do efeito de capilaridade da água no solo, sendo por isto, muito adequado o uso de forrageiras perenes, que podem dispor de sistemas radiculares maiores, e assim obter água em ambientes mais profundos, mantendo a planta viva (em forma de soca), mesmo em períodos secos até chegada das primeiras chuvas do local.

De acordo com a salinidade superficial das águas do riacho, pode-se escolher riachos com melhor qualidade de água, evitando maior concentração de sais ao longo dos anos, e também a inserção de poço amazonas na parte montante, como meio de observação, obter água retida pela barragem subterrânea e tecnicamente a possibilidade da drenagem vertical, através do uso intensivo em período chuvoso, visando o rebaixamento dos sais quando assim for necessário.

Figura 5. Barragem subterrânea com proposito de obter água no poço amazonas e maior umidade (a) para preservar produção agrícola (forragem) (b) . Assentamento Jacú, Pombal-PB FOTO: (Autores, 2011)

CONCLUSÃO

O munícipio de Gurjão encontra-se no grupo dos 21 municípios da Paraíba com climatologia abaixo de 500 mm ano^{-1}, exigindo maior atenção no aspecto de captação de água durante o processo chuvoso para prover as necessidades do local.

Mesmo com valores baixos de precipitação, o comprometimento de politicas públicas e ações de planejamento no provimento hídrico humano e animais de produção representaria menos de 0,2% do que precipita no divisor geopolítico do município.

Decorrente de alta evapotranspiração e predominância de solos rasos (Bruno não cálcico e Litólico Eutrofico) e em muitas partes já com ação antrópica do desmatamento (sem cobertura de vegetação), tais fatores promovem maior escoamento e erosão, e consequentemente impedem maior infiltração e armazenamento de água para prover demanda das culturas, sendo então indicado a construção de barragens subterrâneas em riachos temporários, onde apresenta mais profundidade e maior capacidade de concentração de umidade, como forma de garantir produção de ciclos curtos e especialmente para forragens de animais.

A capacidade de prover água através de cisternas e cisternões fechados são de fundamental importância no desenvolvimento sustentável local, onde é registrada elevada taxa de evaporação, desde que seja incentivado a construção gradativa, de acordo com as pessoas existentes no local, calculando em base do regime de chuvas local, dos telhados das residências, dos lajedos da propriedade e dos calçadões a serem construídos, podendo assim obter água de melhor qualidade, próximo as habitações .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, acessado através do link http://geo.aesa.pb.gov.br/ e http://www.aesa.pb.gov.br/ , em setembro 2011.

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO, 2000. Brasília: DNPM, v.29, 2000. 401p.

AZEVEDO, A.C. e DALMOLIN, R.S.D. SOLOS E AMBIENTE: uma introdução, ED. Pallotti, Santa Maria-RS, 2004.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria de Minas e Metalurgia; CPRM – Serviço Geológico do Brasil [CD ROM] *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil, Sistema de Informações Geográficas ÀÚ±Ü SIG*. Mapas na escala 1:2.500.000. Brasília: CPRM, 2001. Disponível em 04 CD's.

CARNEIRO, J.O. Recursos de Solo e Água no Semi-Árido Nordestino. João Pessoa: A UNIÃO, 1998.115 p.

FARIAS, S. A. R., BARACUHY, J.G. DE V., SANTOS, J.S. DOS, FERREIRA, A.C., FERNANDES NETO, S., ROCHA, J.S.M. DA, Capitulo 6-Gestão de bacia hidrográfica. Manejo ecológico integrado de bacias hidrográficas no semiárido brasileiro. CNPQ, Campina Grande-PB, EPGRAF, 2012, 511P.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Acessado através do link http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1 em setembro 2011.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Geografia do Brasil. Região Nordeste.* Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977. Disponível em 1 CD.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Mapas Base dos municípios do Estado da Paraíba.* Escalas variadas. Inédito.

PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERRÂNEA-DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE GURJÃO-2005

REBOUÇAS, A. da C.; MARINHO,M.E. Hidrologia das Secas do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE-DNR, Divisão de Hidrologia, 1972.126p

RODRIGUES E SILVA, Fernando Barreto; SANTOS, José Carlos Pereira dos; SILVA, Ademar Barros da et al [CD ROM] Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil: diagnóstico e prognóstico. Recife: Embrapa Solos. Petrolina: Semi-Árido, 2000. Disponível em 1 CD

SUDENE, Dados Básicos Climatológicos do Nordeste, Recife-PE, 1984.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

USO DE ÁGUA CAPTADA DE CHUVA PARA PRODUÇÃO DE ALFACE IRRIGADA POR SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO DE BAIXO CUSTO[1]

Alisson Jadavi Pereira da Silva[2], Eugênio Ferreira Coelho[3], Teógene Souza de Sá[4], Vagner Pereira Silva[4], Aurélio José Antunes de Carvalho[2], Delfran Batista dos Santos[2] & Tibério Santos Martins Silva[3]

Resumo: Com o objetivo de verificar as possibilidades do cultivo de subsistência irrigado utilizando água de chuva em condição semiárida, realizou-se o presente estudo no assentamento Serra Verde, em Senhor do Bonfim-BA, avaliando-se: (i) o crescimento e a produtividade da alface irrigada com água de chuva por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo; (ii) a uniformidade de distribuição de água dos diferentes sistemas utilizados. Os sistemas de irrigação utilizados foram: S1- sistema tradicional de cultivo por parte dos assentados; S2- irrigação com microtubos artesanais; S3- irrigação por mangueira perfurada tipo santeno; S4 – irrigação por sulco com canais de superfície revestida. A água utilizada foi proveniente de captação em telhado e armazenada em duas cisternas, cada uma com volume igual a 16m^3. Verificou-se que o uso da técnica de captação de água da chuva junto aos sistemas de irrigação de baixo custo possibilitou o cultivo de alface em épocas de estiagem nas condições semi-áridas baianas e que a distribuição de água do sistema de irrigação via mangueiras perfuradas tipo tripa foi a mais uniforme, sendo que na parcela irrigada por este sistema obteve-se o maior rendimento da alface.

Palavras-chave: agricultura familiar, segurança alimentar, métodos de irrigação, eficiência de irrigação

INTRODUÇÃO

A garantia de produção na maior parte da região Nordeste só é possível com uma agricultura irrigada ou com uso de culturas resistentes a falta de água. No Semi-árido baiano, muitas famílias vivem em locais sem acesso a fontes de água superficiais e subterrâneas. Técnicas de captação de água da chuva associada a sistemas de irrigação de baixo custo podem representar uma alternativa para contornar as dificuldades que atualmente se deparam estas famílias, desde que a água da chuva captada seja utilizada de forma eficiente na irrigação, para que o volume armazenado seja suficiente para suplementar a necessidade de água pelas culturas. No caso da irrigação realizada com água proveniente da chuva e armazenada em cisternas, pode-se ter um controle da demanda de água da área cultivada e da oferta de água armazenada, sendo que a eficiência de uso da água captada pode ser definida como a razão entre a lamina de água retirada da cisterna e a produtividade da cultura irrigada. O desafio em se obter altos índices de eficiência de uso da água da chuva em condição de agricultura familiar no semiárido, inicia-se na necessidade de geração de informações que possibilitem a escolha adequada do método de irrigação, levando em consideração parâmetros técnicos de uniformidade de distribuição de água do sistema, bem como validar esses sistemas de forma participativa. Para Keller & Bliesner (1990) a uniformidade de aplicação de água de diferentes sistemas de irrigação implica em diferentes partições da lamina aplicada para diferentes percentagens da área total que recebe água. Isso para irrigação de hortaliças implica que o uso de água pela planta depende da distribuição de água pelos diferentes sistemas. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar: (i) o crescimento e a produtividade da alface irrigada com água de chuva por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo; (ii) a uniformidade de distribuição de água dos diferentes sistemas utilizados.

[1] Projeto aprovado no edital MCT/MDS-SAGI/CNPq Nº 36/2010
[2] Eng. Agrônomo, Msc. Irrigação e Drenagem, professor I Fbaiano/ Campus Senhor do Bonfim; Doutorando Agricultura Irrigada/UFRB.e-mail: alisson.jadavi@pq.cnpq.br
[3] PhD – EMBRAPA/CNPMF
[4] Estudante IF Baiano - Bolsista IC CNPq

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no ano de 2011, no assentamento Serra Verde, em Senhor do Bonfim-BA ($10^0$28'S; $40^0$11'W), condição semiárida, com precipitações médias anuais em torno de 850mm, e altitude de 550m. No período de fevereiro a março de 2011, instalou-se um sistema de captação de água de chuva, utilizando-se de um telhado com área de 184m^2 já existente no assentamento, direcionando através de uma calha, o volume de água de chuva interceptado no telhado para duas cisternas, sendo que cada cisterna apresentava um volume igual a 16m^3, as quais foram interligadas (Figura 1).

Figura 1. Condução da água de chuva captada para duas cisternas interligadas

Plantou-se alface (*Lactuca sativa L.*) cultivar grand rapids TBR, no dia 02 de junho de 2011 em uma sementeira localizada dentro da área experimental. A germinação ocorreu por volta do 6° dia após o plantio (DAP), o transplantio foi realizado sete dias depois (13 D.A.P) e a colheita feita em 21 de julho de 2011. Os canteiros foram construídos com dimensões de 0,8x4,0m e área equivalente a 3,2m^2, sendo as plantas dispostas no espaçamento 0,2x0,2m totalizando 26 plantas por canteiro. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições, sendo cada parcela constituída de uma leira com dimensão de 0,8x4m com três plantas úteis, totalizando setenta e duas plantas úteis. As parcelas foram adubadas com 20L de esterco de aviário bem curtido proveniente do IF Baiano. Na Figura 2, tem-se a visualização da área experimental.

Figura 2. Visualização da área experimental

Os sistemas utilizados foram: (S1) irrigação com microtubos artesanais com vazão de 40L.h^{-1}, utilizando-se quatro emissores por canteiro (Figura 3a); (S2) irrigação por mangueira perfurada tipo santeno, utilizando-se uma mangueira entre dois canteiros (Figura 3b); (S3) irrigação por sulco com canais de superfície revestida com lona plástica (Figura 3c).

A. B. C.

Figura 3. Detalhe dos sistemas de irrigação avaliados. Microtubos artesanais (a); Mangueiras perfuradas (b) e Sulcos com canais revestidos (c)

O volume de água aplicado foi o mesmo para todos os sistemas avaliados, e foi determinado com base em dados obtidos na estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia instalada no IF Baiano – Campus Senhor do Bonfim – BA, utilizando-se da metodologia proposta por Allen et al. (1998). A umidade do solo foi monitorada em vários pontos de um plano horizontal nos canteiros numa malha de 0,50 m x 0,50 m. Guias de onda de TDR (Reflectometria no domínio do tempo), com hastes de 0,10m de comprimento, foram inseridas verticalmente nos diversos pontos dos canteiros, de maneira à se obter a umidade em todo o plano. A umidade foi obtida utilizando-se da equação de calibração proposta por Silva et al. (2005). As leituras de umidade do solo com as sondas de TDR foram feitas após a irrigação, sendo que com os dados obtidos determinou-se os coeficientes de uniformidade (CUC E CUD) utilizando-se das seguintes equações:

$$CUC = 100\left[1 - \frac{\sum\left|Z_I - \overline{Z}\right|}{\overline{Z}.N}\right]$$

em que: CUC é o coeficiente de uniformidade de Christiansesn, %; z_i é a umidade medida no ponto i da malha, $\overline{Z}$ é a umidade média do canteiro e N o número de pontos da malha.

$$CUD = \frac{\overline{Z_{(25)}}}{\overline{Z}}.100$$

em que: CUD é o coeficiente de uniformidade de distribuição segundo Davis (1966); $_{(25)}$ é a umidade média ponderada das menores umidades correspondentes a 25% do canteiro.

As variáveis de produção analisadas foram: massa fresca da parte aérea de todas as plantas da parcela útil (t ha^{-1}); massa seca da parte aérea (t ha^{-1}), avaliada na amostra de três plantas (seca em estufa de circulação forçada de ar a 65 ºC até atingir peso constante). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, complementada pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 apresenta os valores de chuva ocorrido no período de desenvolvimento do trabalho. A precipitação ocorrida entre o plantio e a colheita da alface foi de apenas 33,64% da necessidade hídrica da cultura calculada

para o período. Até as duas primeiras semanas após o transplantio a lâmina precipitada foi superior a necessidade de irrigação da cultura, porém a partir da metade da segunda semana a necessidade de irrigação foi evidente para a alface. Para todo o ciclo da cultura o requerimento de água pela cultura estimado foi de 147,4mm. Entretanto, a chuva ocorrida neste mesmo período foi de 49,6mm. A precipitação ocorrida no período de acúmulo das águas nos meses de abril e maio foi de 236mm. Com isto, levando-se em conta a área do telhado utilizado (184 m^2), percebe-se que a chuva deste período foi suficiente para superar o volume de armazenamento das duas cisternas (32m^3), sendo que a quantidade de água armazenada nestes meses supriu a necessidade da irrigação suplementar para o cultivo de alface nos meses de junho e julho, elucidando que o uso da técnica de captação de água da chuva com uso de cisternas associada a sistemas de irrigação de baixo custo possibilita o cultivo de culturas de ciclo curto em épocas de estiagem nas condições semi-áridas baianas.

Figura 4. Precipitação ocorrida no período de desenvolvimento do trabalho

Produção de Alface

A análise de variância não foi significativa ao nível de 5% de probabilidade para as variáveis Altura de plantas, Folhas por planta e Diâmetro de plantas aos 19 D.A.P. Não obstante, a partir dos 34 D.A.P verificou-se haver variações nos valores obtidos destes parâmetros. Para a variável Altura de plantas, observam-se valores superiores nas plantas irrigadas pelos sistemas que utilizam microtubos e mangueiras perfuradas tipo santeno, comparadas as plantas submetidas ao sistema tradicional de cultivo dos assentados e a irrigação por sulco de canais revestidos. No que diz respeito ao número de folhas por planta, verificou-se variação nos valores obtidos apenas no período entre 34 D.A.P e 40 D.A.P, não observando variação significativa ao final do ciclo. Valores muito próximos de diâmetro de plantas foram observados nos sistemas (S) 2, 3 e 4, os quais apresentaram-se superiores aqueles medidos no sistema tradicional de cultivo dos assentados.

Na Tabela 2, pode-se observar que a máxima produção de matéria fresca da parte aérea (g/planta) foi obtida nas plantas irrigadas pelas mangueiras perfuradas tipo santeno, as quais apresentaram um peso médio na ordem de 78,54%, 53,86% e 27,78 maior que os observados nos sistemas que utilizam o cultivo tradicional dos assentados, microtubos e sulcos com superfície revestida, respectivamente. A produtividade obtida nos

Tabela 1. Médias de crescimento de Alface cultivada sob irrigação com uso de água da chuva, utilizando-se diferentes sistemas de baixo custo, Senhor do Bonfim-BA

D.A.P	Altura de plantas (cm)				Folhas por planta (N⁰)				Diâmetro de plantas (cm)			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
19	2,25a	2,52a	2,33a	2,3a	2,27a	2,0a	2,11a	2,16a	5,6a	4,77a	5,06a	5,08a
34	3,88ab	4,8b	4,16ab	3,36a	4,38ab	4,83a	4,5a	3,72b	12,1a	14,84ab	15,38b	12,08a
40	4,2a	8,1c	7,6bc	6,5b	4,61a	5,21b	5,77b	5,26b	15,68a	18,2ab	21,33b	19,38ab
47	7,0a	10,45b	9,05ab	9,13b	5,88a	6,58a	6,94a	6,90a	20,37a	26,35b	26,34b	26,79b

* Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem significativamente pelo teste Tukey (p=0,05)

Tabela 2. Médias dos parâmetros de produção de Alface irrigada por diferentes sistemas de irrigação de baixo custo utilizando captação de água da chuva

Sistema	Matéria Fresca da parte Aérea (g/planta)	Matéria Seca da parte Aérea (g/planta)
1	17,30a	1,6a
2	37,20a	3,43ab
3	80,63b	8,5b
4	58,23ab	6,16ab

* Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem significativamente pelo teste Tukey (p=0,05)

Sistemas 1, 2, 3 e 4 foram respectivamente 4.325Kg/ha, 9.300Kg/ha, 20.150Kg/ha e 14.557,5 kg/ha, o que está de acordo com estudos utilizando-se de produção tipo orgânica (FRITZ & VENTER, 1988; SANTOS et al., 1994).

Uniformidade de distribuição do sistema

De acordo as equações apresentadas, foram calculados os coeficientes CUC e CUD para distribuição da água no interior do solo, mostrados na Tabela 3. Observa-se, por esta Tabela, que os valores dos coeficientes obtidos para os diferentes sistemas foram próximos, sendo que nos canteiros irrigados por mangueiras perfuradas obteve-se um valor de 84,91% e nos canteiros irrigados por Microtubos Artezanais e Sulcos de superfície revestida 80,69% e 80,67%, respectivamente. Verifica-se que o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi menor que o coeficiente de uniformidade de Christiansesn (CUC), o que é esperado, pelo fato de que o primeiro considera a média dos 25% menores valores de umidade obtidos e o de Christiansen pondera a média dos umidades obtidas em todo canteiro. Zocoler (1999) recomenda valores entre 70 a 80% e 82 a 88% para CUD e CUC, respectivamente, para as culturas cujo sistema radicular explora os primeiros 40 cm do solo.

Tabela 3. Valores dos coeficientes de uniformidade CUC e CUD, obtidos no interior do solo

Sistema	CUC (%)	CUD (%)
Microtubos Artesanais	80,69	75,15
Mangueiras Perfuradas	84,91	77,37
Sulco Revestido	80,67	74,04

CONCLUSÕES

O uso da técnica de captação de água da chuva junto a sistemas de irrigação de baixo custo possibilitou o cultivo de alface em épocas de estiagem nas condições semi-áridas baianas;

O maior rendimento de alface foi obtido no sistema de irrigação com mangueiras perfuradas tipo santeno, sistema este em que obteve-se os maiores índices de uniformidade de distribuição de água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e MDS pelo financiamento do projeto e concessão das bolsas aos estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G. et al. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Roma: FAO, 300p. (IrrigationandDrainage, n.56).

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. Sprinkler and trickle irrigation.New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.

SANTOS, R. H. S.; CASALI, V. W. D; CONDÉ, A. R. & MIRANDA, L. C. G. (1994). Qualidade de alface cultivada com composto orgânico. Horticultura Brasileira, Brasília, 12(1):31.

SILVA, A. J. P. da ; COELHO, E. F. AVALIAÇÃO DE SONDAS DE TDR PARA MEDIDA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE E DA UMIDADE. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2005, Canoas - RS. CONBEA, 2005.

FRITZ, D. & VENTER, F. (1988). Heavy metals in some vegetable crops as influenced by municipal waste composts. Acta Horticulturae, Leuwen, 222:51-62.

ZOCOLER, J.L. Avaliação do desempenho de sistemas de irrigação In: Curso Capacitação em Agricultura Irrigada, 1999, Ilha Solteira, Anais... Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1999, 55p.

MODELO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA USO DOMÉSTICO NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB. RELATO DE EXPERIÊNCIA

Isnaldo Cândido da Costa[1] & Guttemberg da Silva Silvino[2]

INTRODUÇÃO

A água é uma das substâncias mais abundantes em nosso planeta e pode ser encontrada em três estados físicos: sólido (geleiras), líquido (oceanos e rios), e gasoso (vapor d'água na atmosfera). A superfície terrestre é composta por aproximadamente 70% de água. No entanto, menos de 3% deste volume é de água doce, cuja maior parte está concentrada nas geleiras polares e nas neves das montanhas, restando uma pequena porcentagem de águas superficiais e subterrâneas para as atividades humanas.

O Brasil é um dos países mais bem servidos de água doce líquida do mundo, onde o maior volume disponível encontra-se na Amazônia e a população é menos densa. O nordeste por sua vez, é a região com maior escassez de água, enfrentando secas periódicas, que dificultam o processo de desenvolvimento.

Os recursos hídricos constituem um dos elementos mais relevantes na discussão da crise ambiental e este se coloca como um dos principais desafios a serem enfrentados pela humanidade no século XXI, podendo ser considerado de vital importância a conservação e sua utilização racional.

A crise envolvendo a "água" pode ser mais bem compreendida a partir de quatro realidades: a distribuição desigual dos recursos hídricos na superfície terrestre; fatores relacionados ao desperdício e ao mau gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis; poluição e contaminação destes recursos; e o crescimento populacional, especialmente nos países subdesenvolvidos.

A água é um recurso natural e finito, tornando-se cada vez mais escasso. Uma das maneiras viáveis para a minimização do problema é a captação de água de chuva, onde a água captada pode ser utilizada para diversos fins, tais como descargas em vasos sanitários, uso doméstico, irrigação, lavagens de roupas, de calçadas, automóveis e até para o consumo humano, desde que receba o devido tratamento. Com um sistema de captação de água de chuva é possível reduzir o consumo de água potável e consequentemente os gastos, minimizar o racionamento de água e ainda preservar o meio ambiente reduzindo a escassez dos recursos hídricos, além de minimizar o arraste de lixos para os corpos hídricos através das águas pluviais.

O presente trabalho tem como objetivo mostrar as vantagens de utilizar um sistema de captação de água de chuva em uma residência na cidade de Campina Grande, Estado da Paraíba.

CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

Campina Grande está localizada na mesorregião do agreste da Paraíba, zona oriental do Planalto da Borborema, na bacia do Médio Paraíba, com latitude sul de 7º13'50" e longitude oeste de 35º52'52". Situa-se no trecho mais alto das escarpas orientais do Planalto da Borborema, com altitude variando entre 500 e 600 m, distante 130 km da capital do Estado – João Pessoa.

Em Campina Grande, o clima predominante é equatorial semi-árido. A temperatura máxima anual é de 28,60C, a média de 22,90C e a mínima 19,50C. O período de maior precipitação vai de abril a julho. A precipitação média anual é de 600mm. O sistema hidrográfico é formado por rios intermitentes. O principal rio da região, distante cerca de 40 km da cidade, é o rio Paraíba, com vazão média da ordem de 11,0 m^3/seg. Outros rios importantes são: Curimataú, Araçagi, Bodocongó, Catolé e São Pedro.

[1] Engenheiro Agrônomo, Coordenador Estadual do Programa Água Doce, Gerente Regional de Bacia Hidrográfica da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA. Rua Arrojado Lisboa, 902 CEP: 58429-104 – Campina Grande – Paraíba – Brasil. Tel. 5583 3310 6367 8839 1884 e-mail: isnaldo@aesa.pb.gov.br / isnaldocosta@gmail.com
[2] Professor da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias - Departamento de Solos e Engenharia Rural. Rodovia PB 079, Km 12, Campus II, CEP: 58.297-000 – Areia – Paraíba, Brasil. Tel. 5583-3362-2300 – Ramal 3251. e-mail: Guttemberg@cca.ufpb.br

O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CAMPINA GRANDE

A cidade de Campina Grande é abastecida pelo Açude Epitácio Pessoa, (Boqueirão), que foi construído entre 1951 a 1956 e inaugurado em 1958 com as finalidades de abastecimento, perenização do rio Paraíba, irrigação, piscicultura e turismo. Além da cidade de Campina Grande, o açude abastece os municípios de Pocinhos, Caturité, Boqueirão, Queimadas, Riacho de Santo Antônio, Cabaceiras, Boa Vista, Soledade, Juazeirinho, São Vicente, Cubati, Pedra Lavrada, Olivedos, Lagoa Seca, São Sebastião de Lagoa de Roça, Matinhas e os distritos de Galante e São José da Mata, onde atende a uma população em torno de 1 milhão pessoas, além das demandas de irrigação, industrial, dessedentação animal e lazer.

O Açude Boqueirão está localizado na Sub-bacia hidrográfica do alto curso do rio Paraíba e seus principais afluentes são os rios Paraíba e Taperoá. A concepção original do projeto o volume máximo do reservatório correspondia a 535.680.000 m^3. Em 2004 a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, realizou atualização da Tabela Cota x Área x Volume, através da batimetria automatizada, onde seu volume máximo considerado atualmente é de 411.686.287 m^3. Esta redução de volume decorre do assoreamento desde sua construção, há 43 anos, resultado do desmatamento da bacia hidrográfica e da mata ciliar ou da diminuição das afluências anuais de água, decorrente da construção descontrolada de novos açudes na bacia.

Esse quadro de crise reforça a necessidade do manejo adequado dos recursos hídricos, compatibilizando-se os seus diversos usos, de forma a garantir a água na quantidade e na qualidade desejáveis aos seus diversos fins.

A CRISE DO ABASTECIMENTO

Devido aos períodos de estiagem, que culminaram entre os anos de 1997 a 1999, o Açude Epitácio Pessoa apresentou seu mais baixo nível de armazenamento, atingindo 64.000,00 m^3, correspondendo a 14% de sua capacidade no mês de novembro de 1999. Também foram registrados os piores índices de qualidade das águas neste período.

Ressaltamos que, para aumentar a crise, existem os conflitos por água no referido manancial, haja vista, a cada ano cresce em grandes proporções as demandas em todos os segmentos, e como sabemos a capacidade do referido açude não aumentou, e sim, houve uma diminuição em seu volume de armazenamento. Outros fatos bastante interessantes, é que as pessoas perderam o hábito de captar á água da chuva, de fazer reuso e de ter racionalidade deste liquido tão precioso nas suas atividades rotineiras, assim, cresce a cada ano a demanda e com isto aumenta-se o conflito.

METODOLOGIA ADOTADA

Telhado: Telha de cerâmica, modelo tradicional ou comum.

Sistema de captação (calhas): Área de captação da casa corresponde a 160 m2 (10 x 16 m), utilizamos tubo de PVC de 150 mm, com 6 metros de comprimento, que serrado longitudinalmente, corresponde a uma calha de 12 metros de tubos. Consideramos para base de cálculo do nosso sistema um coeficiente de escoamento de 80% (telha cerâmica), onde na nossa experiência com uma chuva de 30 mm, área de 160 m2 e coeficiente, armazenamos em torno de 3.800 litros.

Reservatório 1: Caixa em fibra de vidro com capacidade de armazenamento de 5.000 litros.

Filtro: Bombona de 200 litros, onde a água vindo nas calhas primeiramente passa por este filtro de decantação,

Reservatório 2: Em 2011, implantamos outro reservatório com a mesma capacidade do primeiro.

Custo: Para implantar todo sistema o investimento foi na ordem de R$ 1.500,00 (Hum Mil e Quinhentos Reais), salientando que na residência a conta da CAGEPA mensalmente corresponde a R$ 32, 75 (Trinta e Dois Reais e Setenta e Cinco Centavos), observando que, o consumo fica em torno de 6 m^3.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, a metodologia adotada tem mostrado que é totalmente viável e ambientalmente sustentável a captação de água de chuva. Deveria haver por parte da população uma conscientização para tal finalidade, pois, este procedimento não tem gasto significativo, resultando em um investimento sustentável.

REGISTRO FOTOGRÁFICO

Sistema de coleta

Sistema bombona de filtragem

Caixa de fibra de vidro e registro

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE CAMPO DE UM NEOSSOLO AMARELO-VERMELHO DISTRÓFICO ATRAVÉS DA INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

Patricia Ferreira da Silva[2], Jania Claudia Camilo dos Santos[3], Célia Silva dos Santos[3], Carlos Humberto da Silva[3] & Márcio Aurélio Lins dos Santos[4]

Resumo: A Capacidade de campo é a percentagem de água retida pelo solo em condições naturais ou é a quantidade máxima de água capilar que pode ser retida, contra força da gravidade, por um solo bem drenado. Dessa forma, com este trabalho objetivou-se avaliar o teor de umidade na capacidade de campo de um solo classificado como Neossolo amarelo-vermelho distrófico, nas profundidades de 0 à 60 cm, determinado através do método de saturação do solo. O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Alagoas, onde foi aberta trincheira de 1,20 m^2 com 0,70 m de profundidade, na área experimental analisada, foram retiradas nove amostras de solo, em pontos diferenciados da trincheira durante quatro dias nos tempos de (0, 24, 48 e 72 horas). Observar que a mesma apresenta valores crescentes nos diferentes horizontes estruturais do solo, apresentando dados de umidade decrescente em função do tempo. Os valores referentes à capacidade de campo não apresentaram variação nas camadas mais profundas do solo.

Palavras-chave: irrigação, manejo de água, umidade do solo, água da chuva.

INTRODUÇÃO

O manejo adequado de sistemas de irrigação depende das características físicas e químicas do solo, assim como a interação da água com essas características manifesta propriedades como o limite superior de umidade que determinado solo apresenta, também denominado capacidade de campo, de grande importância nos processos de armazenagem e disponibilidade de água para as plantas (Andrade, 2011). O autor ainda cita que a capacidade de campo depende do fluxo de drenagem e este por sua vez se acha mais à mercê da condutividade hidráulica do que do potencial total da água no solo.

O conhecimento da variabilidade espacial das propriedades físicas do solo pode contribuir na definição de melhores estratégias para o manejo sustentável do solo (Schaffrath, 2008). Da mesma maneira, a propriedade física do solo para maioria dos estudos tem demonstrado uma ampla diversidade de resultados, com variação entre os locais estudados, com ou sem continuidade espacial, provavelmente associada ao sistema de manejo e às características intrínsecas dos solos (Grego & Vieira, 2005).

Segundo Sobrinho (2003), a infiltração de água no solo seja este de irrigação ou da chuva é o processo pelo qual a água penetra no perfil do solo, onde inicialmente, seu valor é elevado, diminuindo com o tempo, até se tornar constante no momento em que o solo fica saturado. Assim sendo, o mesmo autor ainda cita que, sob chuva ou irrigação contínuas, a taxa de infiltração se aproxima, gradualmente, de um valor mínimo e constante, conhecido por taxa de infiltração básica (TIB), onde os dados de TIB são imprescindíveis nos modelos utilizados para a descrição da infiltração de água no solo e dependem do selamento superficial provocado pelo impacto das gotas de chuva na superfície do solo.

A água da chuva influencia diretamente na erosão do solo, alterando sua estrutura que segundo Albuquerque et al. (2002), à medida que o manejo do solo elimina a cobertura vegetal, a superfície fica mais exposta à ação do impacto das gotas de chuva e da enxurrada. Dessa forma, tanto o impacto das gotas de chuva quanto a ação cisalhante da enxurrada modificam as condições físicas da superfície do solo, como a rugosidade e a

[1] Projeto Desenvolvido pela Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca
[2] Aluna de Pós-Graduação da Universidade Federa de Campina Grande/ Paraíba. Av. Aprígio Veloso, 58109-970. Fone: (083) 3310-1049, e-mail: patrycyafs@yahoo.com.br
[3] Graduandos em Agronomia, pela Universidade Federal de Alagoas/Campus Arapiraca
[4] Prof. Dr. da UFAL, Campus Arapiraca/ Arapiraca- AL

porosidade, e, consequentemente, a taxa de infiltração de água. Dessa forma, para descrever o processo de infiltração de água no solo, diversas equações ou modelos foram desenvolvidos, alguns a partir de considerações físicas, enquanto outros, de forma empírica. Esses modelos apresentam coeficientes que podem ser calculados a partir das equações teóricas ou serem estimados por meio de regressão a partir de dados de infiltração medidos no campo (Tomasini, 2010).

Dessa forma, com este trabalho objetivou-se avaliar o teor de umidade na capacidade de campo de um solo classificado como Neossolo amarelo-vermelho distrófico, nas profundidades de 0 à 60 cm, determinado através do método de saturação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A prática de capacidade de campo foi desenvolvida na Universidade Federal de Alagoas/UFAL- Campus Arapiraca, (9° 45' 09" Sul, 36° 39' 40" W, 264 metros),no período de dezembro de 2009. A caracterização dos solos dessa região é classificado em Neossolo amarelo-vermelho distrófico.

Para a determinação da capacidade de campo foi aberta trincheira de 1,20 m^2 com 0,70 m de profundidade, na área experimental analisada, sendo em seguida, saturado o solo durante três dias com água corrente constante, para posterior realização das coletas, após o qual a maracha foi coberta por uma lona plástica, a fim de evitar as perdas naturais de água por evaporação e garantir que toda água se distribuísse pelo perfil do solo. As coletas foram realizadas em três profundidades, 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm, utilizando de um trado holandês e nove coletores de alumínio hermeticamente fechados, devidamente identificados com o tratamento, com unidade de peso e altura conhecida, na qual foram retiradas nove amostras de solo, em pontos diferenciados da trincheira durante quatro dias nos tempos de (0, 24, 48 e 72 horas).

Após a coleta das amostras, foram levadas para o laboratório de solos e pesadas em balança analítica sendo posteriormente, colocadas na estufa à uma temperatura de 105°C, onde permaneceu por um período de 24 horas, anotando-se o valor da massa úmida e seca do solo. Também foram pesados cada coletor de alumínio para podermos encontrar os valores de massa úmida e massa seca do solo de acordo com a redução da massa do coletor.

Para o calculo da capacidade de campo, foram utilizados os pesos amotrais da massa fresca do solo e massa seca, onde se utilizou a seguinte equação: U (%) = [(mu – ms) x 100]/ms. Os dados foram submetidos a regressão no programa estatístico do Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Tabela 1, pode-se observar que a mesma apresenta valores crescentes nos diferentes horizontes estruturais do solo, apresentando dados de umidade decrescente em função do tempo em que foram coletadas as amostras, tanto para massa úmida, quanto para a massa seca, podemos observar ainda que os dados obtidos na capacidade de campo sofrem um leve aumento nos seus valores, nas camadas mais profunda do solo.

Tomando como base os dados apresentados acima, pode-se observar que o referente solo apresenta um tempo significante para infiltração e absorção da água, tanto para o menor tempo quanto para o tempo máximo apresentado. Observa-se ainda que houve uma significante variação na infiltração acumulada em função do tempo decorrido, mostrando que o solo em questão apresenta microporos capazes que reter uma maior quantidade de água por mais tempo.

Analisando os valores obtidos para massa úmida na profundidade de 0 a 20 cm, pode-se constatar que ocorreu uma diferença decrescente nos valores para infiltração, mostrando que nesta camada o solo as infiltração apresentada é bastante significativa (R^2=0,91). Observando-se ainda os valores apresentados para massa seca, pode constatar que houve uma pequena redução na umidade apresentada na profundidade de 0 a 20 cm, cujo coeficiente resultou em R^2=0,89 (Figura 1a).

Tabela 1. Valores de massa úmida (MS) e massa seca (MS), em três diferentes profundidades, coletados em quatro tempos distintos e valores percentuais da determinação da capacidade de campo (U%)

Massa Úmida					Massa Seca				
Profundidade (cm)	Tempo (Horas)				Profundidade (cm)	Tempo (Horas)			
C1	0	24	48	72	C1	0	24	48	72
0-20	257,96	188,33	173,30	133,61	0-20	220,60	163,70	154,27	120,40
20-40	231,35	190,73	169,23	149,97	20-40	198,21	168,91	153,70	135,59
40-60	262,73	144,69	153,00	160,28	40-60	223,73	128,92	136,08	141,90
C2					C2				
0-20	257,71	183,77	148,36	160,17	0-20	226,02	160,06	132,79	140,93
20-40	273,16	174,12	136,61	130,65	20-40	242,53	152,21	124,70	117,94
40-60	252,97	158,28	151,21	133,16	40-60	220,35	140,59	135,97	119,63
C3					C3				
0-20	257,88	198,32	198,01	148,38	0-20	226,21	172,06	178,73	132,52
20-40	247,81	181,81	201,22	160,02	20-40	219,88	170,68	181,22	144,72
40-60	241,06	185,79	180,25	169,04	40-60	211,77	160,79	164,80	151,70

Capacidade de Campo (U%)				
Profundidade (cm)	Tempo (Horas)			
	0	24	48	72
0-20	14,96	15,04	11,57	12,26
20-40	13,88	11,15	10,32	10,64
40-60	15,38	13,58	10,89	11,92

* C1, C2, C3 (coletas realizadas)

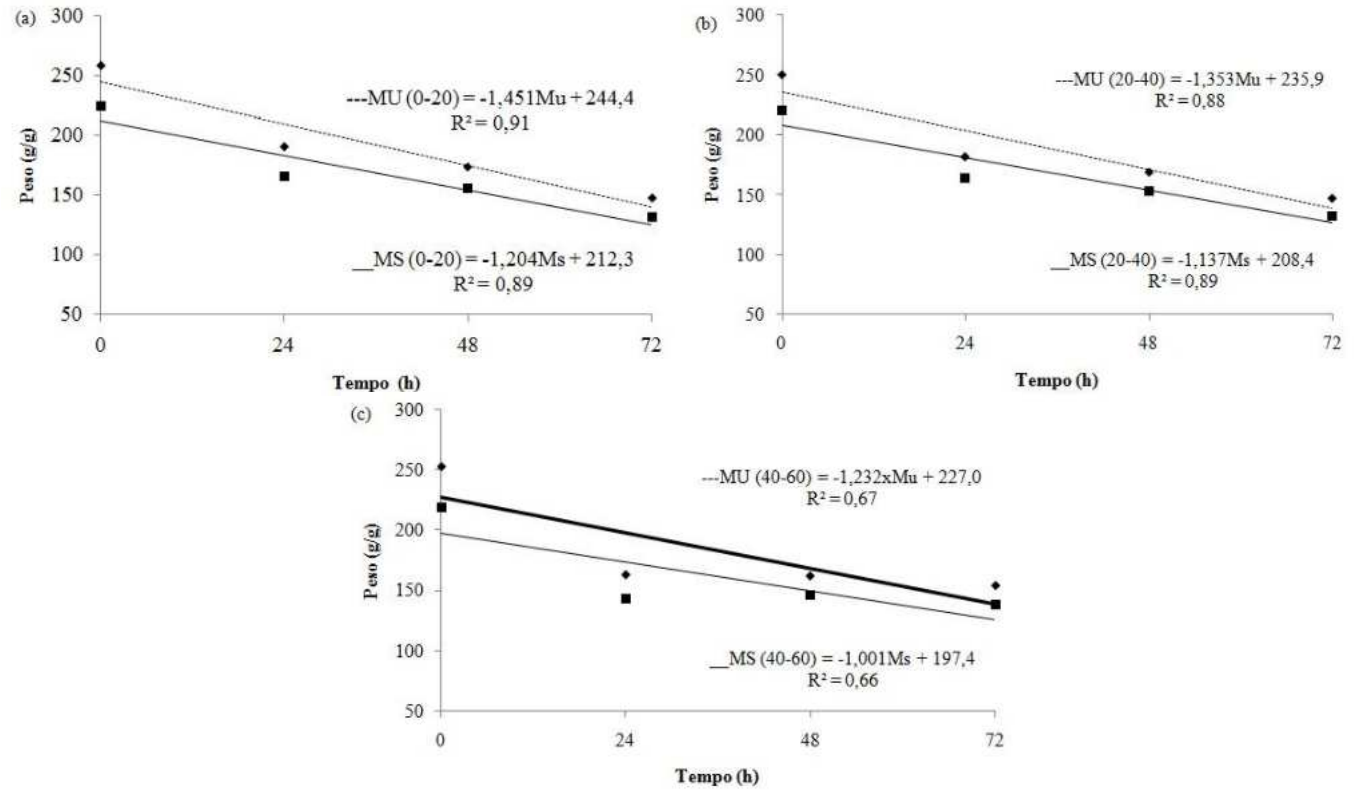


Figura 1. Variação da umidade do solo, para massa fresca (MS) e massa seca na profundidade de 0-20 cm (a), para massa fresca (MS) e massa seca na profundidade de 20-40 cm (b), para massa fresca (MS) e massa seca na profundidade de 40-60 cm (c), em função do tempo (horas), para as diferentes profundidades

Pode-se constatar ainda que na profundidade 20 a 40, houve um decrescimento significativo para os dados amostrais apresentando uma significância de R^2= 0,88, apresentando uma rápida infiltração para massa fresca.

Analisando os valores apresentados para massa seca na profundidade da camada de 20 a 40 cm, pode-se constatar que o mesmo apresentou um decréscimo significativo no decorrer do tempo (Figura 1b).

Analisando os valores apresentados na camada do solo na profundidade de 40 a 60 cm, observa-se uma leve inclinação na linear apresentada mostrando uma maior retenção nas camadas mais profundas do solo. Da mesma maneira, observa-se na camada de solo de 40 a 60 cm, que ocorreu uma perca significativa no teor de água apresentado para essa camada (Figura 1c).

Dessa forma, pode-se observar que os níveis de umidade do solo na capacidade de campo não variaram com a profundidade, conforme esperado (Tabela 1). Segundo afirma Reichardt (1988), na saturação, como a superfície é coberta com plástico, a água do solo perde-se somente para baixo por drenagem interna. O mesmo autor acrescenta que, devido a isso, em um solo homogêneo, a umidade deve aumentar em profundidade durante o processo de drenagem.

CONCLUSÕES

A dinâmica da água nos solos de textura argilosa necessita de um maior tempo para que possa cessar seu movimento, sendo necessário um maior período avaliativo;

Os valores referentes à capacidade de campo não apresentaram variação nas camadas mais profundas do solo, mostrado que em solos argilosos há uma maior capacidade de retenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, R. S.; Stone, L. F. Estimativa da umidade na capacidade de campo em solos sob Cerrado. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 15, n. 2, Feb. 2011 .

Albuquerque, A.W.; Lombardi Neto, F.; Srinivasan, V.S.; Santos, J.R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. R. Bras. Eng. Agr. Amb., 6:136-141, 2002.

Costa, C. S.; Rodrigues, J. J. V.; Cavalcante, A. C. Marinho, L. B.; Neto, A. A.; Silva, T. J. Água disponível em um Neossolo Quartzarênico após adição de um condicionador mineral do solo. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 13, n. 5, out. 2009 .

Daker, A. A. Água na agricultura. Manual de hidráulica agrícola, 3° vol. Irrigação e drenagem. 5 ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1976.

Grego, C.R. & Vieira, S.R. Variabilidade espacial de propriedades físicas de solo em uma parcela experimental. R. Bras. Ci. Solo, 29:169-177, 2005.

Paixão, F. J. R. ; Alencar, S. B.; Costa, T. L.; Marques, L. F.; Trindade, J. L. Capacidade de campo de um neossolo flúvico determinada por métodos diretos e indiretos. v. 4, n. 2, Revista de Biologia e ciências da terra, 2004.

Sobrinho, T. A.; Vitorino, A. C. T.; Souza, L. C. F; Gonçalves, M. C.; Carvalho, D. F . Infiltração de água no solo em sistemas de plantio direto e convencional. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 7, n. 2, Aug. 2003 .

Schaffrath, V. R.; Tormena, C. A.; Fidalski, J.; Gonçalves, A. C. A.; Variabilidade e correlação espacial de propriedades físicas de solo sob plantio direto e preparo convencional. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa , v. 32, n. 4, Aug. 2008 .

Tomasini, B. A.; Vitorino, A. C. T.; Garbiate, M. V.; Souza, C. M. A.; Sobrinho, T. A. Infiltração de água no solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar sob diferentes sistemas de colheita e modelos de ajustes de equações de infiltração. Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 30, n. 6, Dec. 2010 .

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS NO CAMPUS DA UFCG EM POMBAL-PB

Manoel Moisés Ferreira de Queiroz[1] & Camilo Allyson Simões de Farias[1]

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no campus universitário da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG em Pombal-PB, considerando a extrema irregularidade no regime de chuvas e verificar a possibilidade de aproveitar e armazenar água de chuva para suprir as necessidades não potáveis do campus, nos períodos de estiagens. O CCTA apresenta potencial de aproveitamento de água de chuva muito dependente do volume de reservação, em que a demanda ao longo do ano só será atendida plenamente se o volume de reservação for maior do que 5 vezes a demanda, devido a grande variabilidade pluviométrica.

Palavras-chave: conservação de água, análise pluviométrica, reservação de água, semiárido

INTRODUÇÃO

O sistema de aproveitamento de água de chuva trata-se de uma medida não convencional de conservação de água, que vem sendo utilizado em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Japão e Alemanha, onde este tipo de sistema representa um mecanismo eficiente. Em algumas cidades do nordeste brasileiro utilizam-se o sistema como fonte de suprimento de água, devido à escassez sofrida na maior parte do ano.

A crise no abastecimento d'água gera a necessidade de buscar alternativas que contribuam para o uso eficiente da água pela sociedade. A captação direta de águas pluviais nas edificações pode ser considerada como uma fonte alternativa para a redução da demanda do sistema público. Esta técnica, bastante usada em regiões que não dispõem de outras alternativas, como o semiárido, quando aplicada em regiões urbanas para fins não potáveis, possibilita a redução da pressão sobre mananciais regionais, permitindo o direcionamento deste recurso para atendimento dos consumos mais nobres. Porém sua utilização necessita de estudos acerca da viabilidade e eficiência no atendimento das demandas a que será destinada, dimensionamento do sistema de captação, coleta e reservação, observando as características locais, evitando a implantação de projetos inadequados que comprometam os aspectos positivos da alternativa.

A coleta de água da chuva é feita em áreas impermeáveis, normalmente nos telhados das edificações. A primeira água que cai no telhado, lavando-o, apresenta um grau de contaminação bastante elevado e, por isso, é aconselhável o seu descarte. A água de chuva coletada através do sistema de drenagem pluvial (calhas, condutores verticais e horizontais) é armazenada em reservatório. Essa água deverá ser utilizada somente para consumo não potável, como em bacias sanitárias, em torneiras de jardim, para lavagem de veículos e para lavagem de roupas. Esses usos, para os quais não é exigida a potabilidade da água, são definidos como não potáveis. Dentre os usos domésticos citados pode-se dizer que a descarga de bacias sanitárias e mictórios, a limpeza de pisos e paredes, a lavagem de veículos, a rega de jardins e a água de reserva para combate a incêndio, enquadram-se como não potáveis.

No Brasil, uma forma muito utilizada para o aproveitamento da água da chuva é a construção de cisternas, principalmente, no Nordeste. Alguns programas foram criados pelo governo no intuito de melhorar a qualidade de vida da população do semiárido brasileiro. O Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais ou AP1MC (Associação Programa Um Milhão de Cisternas), cujo objetivo é fornecer cisternas para armazenamento da água da chuva a 1.000.000 de famílias rurais do

[1] Prof. Adjunto em Recursos Hídricos da Unidade de Ciência e Tecnologia Ambiental do CCTA/UFCG, Campus de Pombal-PB. Rua Jairo V. Andrade, Sn. (83) 3431-4016, moises@ccta.ufcg.edu.br

semiárido brasileiro, juntamente com a mobilização social e educação ambiental da população. Até o momento já foram construídas 12.400 cisternas de 16.000 litros cada uma. As águas das cisternas rurais são empregadas quase que exclusivamente para usos domésticos, inclusive para cozinhar e para beber.

Segundo Scherer (2003) os edifícios escolares são uma fonte potencial para a implantação de sistemas prediais de aproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, pois geralmente apresentam grandes áreas de telhados e outras coberturas. Deste modo, para a implantação desses sistemas, são necessários estudos de viabilidade técnica e econômica, verificando o potencial de economia de água potável e determinando a relação entre custo e benefício.

Nos sistemas de captação e aproveitamento da água da chuva, o reservatório de armazenamento é a parte mais onerosa do sistema, sendo que o custo varia de acordo com o tipo e com o tamanho do reservatório. Segundo Tomaz (2003), reservatórios enterrados de fibra de vidro custam cerca de US$ 137 por m³, já os apoiados custam, aproximadamente, US$ 105 por m³. Portanto, escolher a melhor opção para o reservatório e determinar apropriadamente o seu tamanho são itens cruciais para tornar o sistema de aproveitamento de água de chuva exeqüível e viável economicamente. Por ser considerado, geralmente, o elemento mais oneroso do sistema, a escolha da melhor opção para o reservatório e a determinação apropriada do seu volume são itens cruciais para tornar o sistema de aproveitamento de água de chuva exeqüível e viável economicamente.

De acordo com MAY (2004) a viabilidade do sistema depende basicamente de três fatores: precipitação, área de coleta e demanda. O reservatório de água da chuva, por ser o componente mais dispendioso do sistema, deve ser projetado de acordo com as necessidades do usuário e com a disponibilidade pluviométrica local para dimensioná-lo corretamente, sem inviabilizar economicamente o sistema. Baseado nos resultados das análises realizadas e na utilização do sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva, seu uso para fins não potáveis deve ser estimulado.

O dimensionamento do volume do reservatório é fortemente dependente da área de captação e do regime de chuvas. Como o semiárido brasileiro apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, no tempo e no espaço, em que a escassez de água constitui um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental de forma sustentável. Nesse cenário, a escassez pode ser amenizada através do aproveitamento de águas pluviais. Entretanto, a carência de estudos de abrangência regional, fundamentais para a avaliação da ocorrência, da potencialidade e das incertezas pluviométricas, reduz substancialmente as possibilidades de manejo e gestão eficiente do aproveitamento de águas pluviais na região.

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no campus universitário da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG em Pombal-PB, considerando a extrema irregularidade no regime de chuvas e a possibilidade de substituição do uso de água potável em diversas atividades que usam um volume considerável de água, pela a água de chuva, como na utilização em bacias sanitárias, lavagem de pisos e paredes, rega de jardins e lavagem da frota de veículos do campus.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo está sendo desenvolvido no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar – CCTA do Campus da UFCG em Pombal-PB, situado na região oeste do Estado da Paraíba, Meso-Região Sertão Paraibano e Micro-Região Sousa, à uma altitude de 184 metros e coordenadas 632.393EW e 9.251.510NS. Pombal está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, entre a sub-bacia do Rio Piancó e a região do Alto Piranhas, com clima do tipo Tropical Semi-Árido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 431,8mm (CPRM, 2005).

O Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar – CCTA é constituído por 10 edificações principais: uma biblioteca, uma central de administração, duas centrais de aulas, uma central de ambiente de professores, dois

prédios de laboratórios, um prédio de laboratórios de pesquisa, duas residências universitárias, cujas áreas de telhados são 468,66 m^2; 470,69 m^2; 462,66 m^2 cada uma; 462,66 m^2; 483,51 m^2 cada um; 462,66 m^2 e 225,23 m^2 cada uma, respectivamente. Todas as edificações são feitas em dois pavimentos, com sistemas de drenagens de águas pluviais instalados, possibilitando a coleta de água nos tubos verticais de drenagem, junto à base de cada edificação, necessitando apenas a construção dos reservatórios e a sua ligação aos pontos de coletas em cada edificação. Além disso, existem as passarelas que interligam as edificações, o centro de convivência, a garagem e o prédio da subprefeitura que não estão sendo considerados nesse estudo por não apresentar a estrutura de drenagem de águas pluviais existente nas dez edificações principais.

Existe a possibilidade de aproveitamento conjunto em quatro situações: as duas residências universitárias (450,46 m2), a biblioteca e a administração (939,35 m2), as duas centrais de aulas e o ambiente de professores (1388,16 m2) e as três centrais de laboratórios (1429,73 m2) devido à proximidade das respectivas edificações.

Para este estudo foram utilizados dados de chuvas mensais obtidos das observações de chuvas diárias em Pombal disponibilizadas pela Hidroweb (ANA, 2011), com dados de 1911 a 1983 e pela AESA (2011), com dados de 1993 a 2011. Isto possibilitou trabalhar com séries históricas de chuvas mensais com 90 anos de observações. A análise hidrológica nesse estudo consistiu da obtenção das séries históricas de chuvas mensais, suas médias e desvios mensais, totais de dias sem chuva e com chuva de cada mês, ao longo dos 90 anos de dados. Com essas informações determinam-se a probabilidade de ocorrência de chuva em cada mês, a probabilidade de excedência e o período de retorno da chuva média mensal.

As dez edificações do CCTA/UFCG apresentam consumo interno diferenciado, sendo as duas centrais de aulas e os três prédios de laboratórios aonde ocorrem os maiores consumos internos, cujas demandas podem ser atendidas, em grande parte, com água coletada da chuva. Não existe, ainda, o conhecimento exato dessas demandas, por isso, para fins de dimensionamento de reservatórios, essas demandas foram fixadas e consideradas constantes ao longo do tempo, considerando as áreas de coletas em cada situação. Foi utilizado o método da simulação para dimensionamento dos reservatórios e o coeficiente de runoff foi considerado igual a 0,80. Todo processo foi realizado em ambiente Matlab através de rotinas computacionais desenvolvidas para estes fins.

RESULTADOS

Os valores da média e desvio padrão dos dados de precipitação mensal de Pombal, juntamente com os valores de probabilidade de chover, probabilidade de excedência da chuva média e o período de retorno da chuva média em cada mês estão apresentados na Tabela 1. Enquanto que os valores da média, desvio padrão, mínimos e máximos referentes ao total de dias sem chuva e ao total de dias com chuva de cada mês encontram-se na Tabela 2.

Com os dados da média e de desvio padrão da chuva mensal de cada mês construíram-se os respectivos gráficos exibidos na Figura 1. Na Figura 2 estão exibidos os valores médios do total de dias sem chuva e do total de dias com chuva de cada mês.

No processo de simulação dos reservatórios, consideraram-se os valores de demanda para as diversas configurações de captação, de acordo com as respectivas áreas de telhados, como mostra a Tabela 3. Assim, a demanda total correspondente a 190 m^3 mensal pode ser suprida através de 10 reservatórios individuais (situação 1) ou usando 4 reservatórios, conforme a configuração apresentada na citada Tabela (situação 2) .

A partir dos dados médios de chuva mensal, áreas dos telhados e coeficiente de runoff, obtiveram-se os valores de volume de chuva mensal, designados de volumes coletados. A demanda mensal foi fixada, de acordo co a área de coleta, e considerada constante ao longo do ano e os reservatórios para as situações 1 e 2 foram simulados considerando 10 condições:

VR=0,5D; VR=D; VR=1,5D; VR=2D; VR=2,5D; VR=3D; VR=3,5D; VR=4D; VR=4,5D e VR=5D

Tabela 1. Valores da média e desvio padrão da chuva mensal, da probabilidade de chover, da probabilidade de excedência e do período de retorno da chuva média

Mês	Chuva média mm	Desvio padrão mm	Probabilidade de chover - %	Probabilidade de excedência - %	Período de Retorno
Jan	76,6	93,5	16,8	38	2,6
Fev	123,6	105,7	26,5	43	2,3
Mar	198,5	120,6	39,7	43	2,3
Abr	156,6	105,9	33,0	40	2,5
Mai	77,9	67,8	20,9	38	2,6
Jun	32,6	36,4	12,7	38	2,6
Jul	13,6	15,9	7,7	37	2,7
Ago	8,2	26,9	3,2	16	6,4
Set	2,6	5,9	1,2	20	5,0
Out	9,2	29,4	1,3	20	5,0
Nov	11,5	27,9	2,4	20	5,0
Dez	21,5	33,0	6,1	31	3,2

Tabela 2. Valores da média, desvio padrão, mínimos e máximos referentes ao total de dias sem chuva e ao total de dias com chuva

Mês	Nº de dias sem chuva				Nº de dias com chuva			
	Média	Des. Padrão	Mínimo	Máximo	Média	Des. Padrão	Mínimo	Máximo
Jan	25,8	4,0	12	31	5,2	4,0	0	19
Fev	20,8	4,6	10	29	7,4	4,6	0	18
Mar	18,7	5,1	7	30	12,3	5,1	1	24
Abr	20,1	5,1	7	30	9,9	5,1	0	23
Mai	24,5	4,3	12	31	6,5	4,3	0	19
Jun	26,2	3,0	14	30	3,8	3,0	0	16
Jul	28,6	2,7	12	31	2,4	2,7	0	19
Ago	30,0	1,8	17	31	1,0	1,8	0	14
Set	29,6	0,7	26	30	0,4	0,7	0	4
Out	30,6	0,8	26	31	0,4	0,8	0	5
Nov	29,3	1,4	22	30	0,7	1,4	0	8
Dez	29,1	1,9	24	31	1,9	1,9	0	7

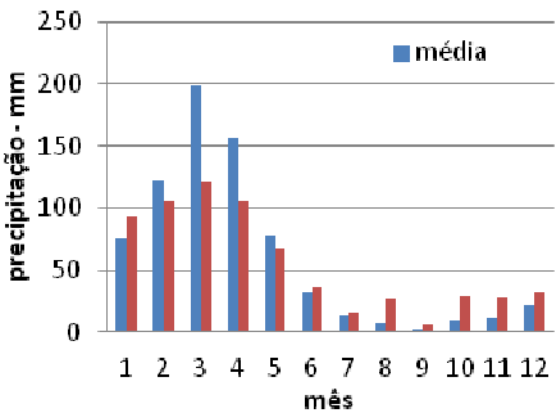


Figura 1. Valores da média e desvio padrão da chuva mensal

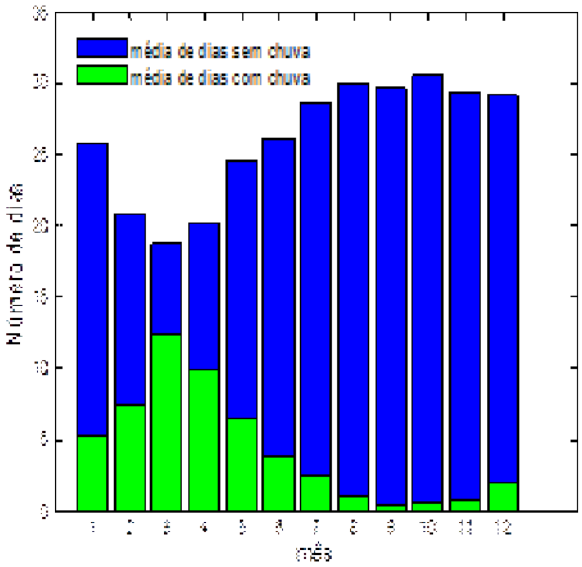


Figura 2. Valores médios do total de dias sem e com chuva

Tabela 3. Valores de demandas e de área de captação para as diferentes configurações

Edificação	Área de telhado - m²	Demanda m³	Edificação	Área de telhado - m²	Demanda m³
Res. Universitária -RU1	225,23	10	Central Lab. -CL1	483,51	22
Res. Universitária -RU2	225,23	10	Central Lab. -CL2	483,51	22
Central de Aulas - CA1	462,72	21	Central Lab. -CL3	462,72	21
Central de Aulas- CA 2	462,72	21	RU1 +RU2	450,46	20
Central Professores- CP	462,72	21	Bb + Ad	939,35	42
Biblioteca- Bb	468,66	21	CA1 + CA2 + CP	1388,16	63
Administração- Ad	470,69	21	CL1 + CL2 + CL3	1429,73	65

em que VR é o volume do reservatório e D a demanda. O volume armazenado é disponível para suprir a demanda em cada mês ao longo do ano foi chamado de Volume utilizado. Os resultados das simulações das 10 condições de volume de reservatório estão apresentados na Figura 3. Na Figura 4 são exibidos os valores da confiabilidade de atendimento do sistema para as 10 condições de reservação, em função de VR/D.

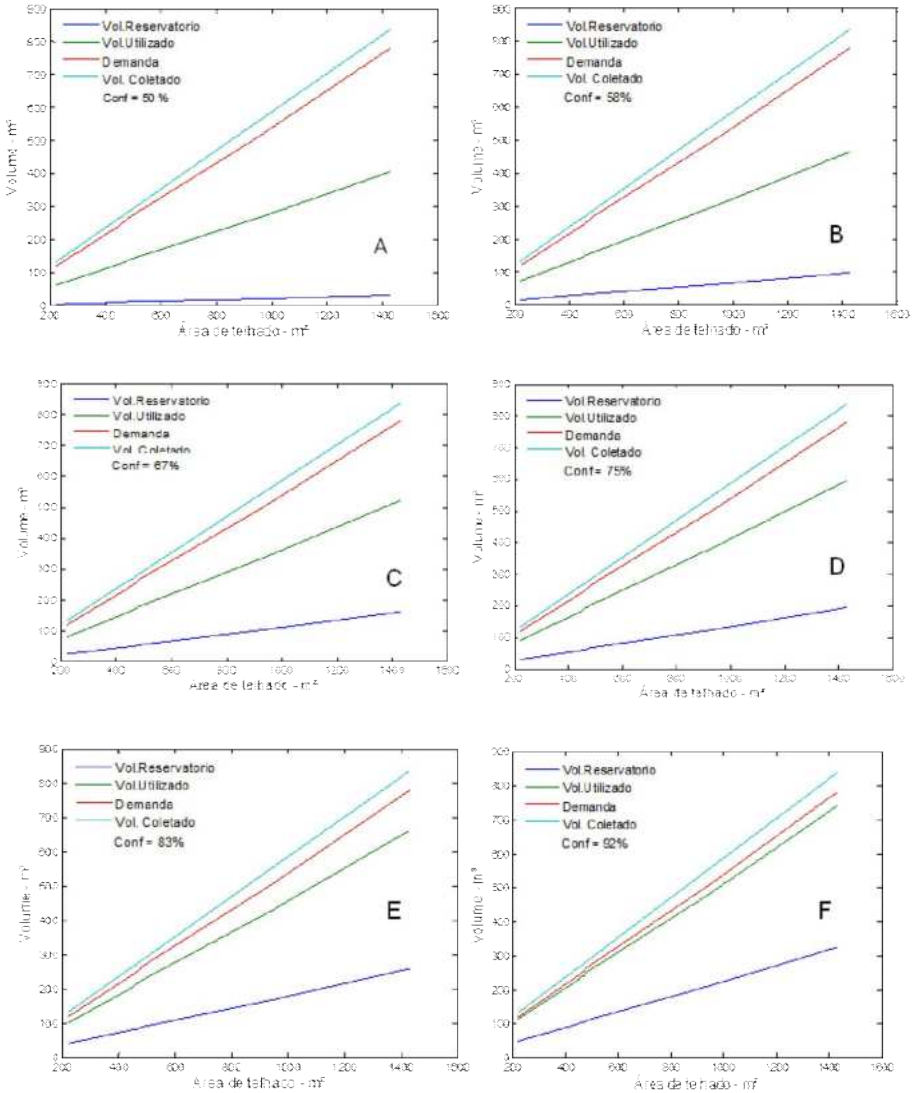


Figura 3. Volume de água coletados da chuva, volume de demanda, volume do Reservatório e volume utilizado para atender as demandas e função das áreas de captação para as situações emque o volume do reservatório é igual a: A) 0,5 x demanda, B) 1x demanda, C) 2xdemanda, D) 3x demanda, E) 4x demanda e F) 5 x demanda

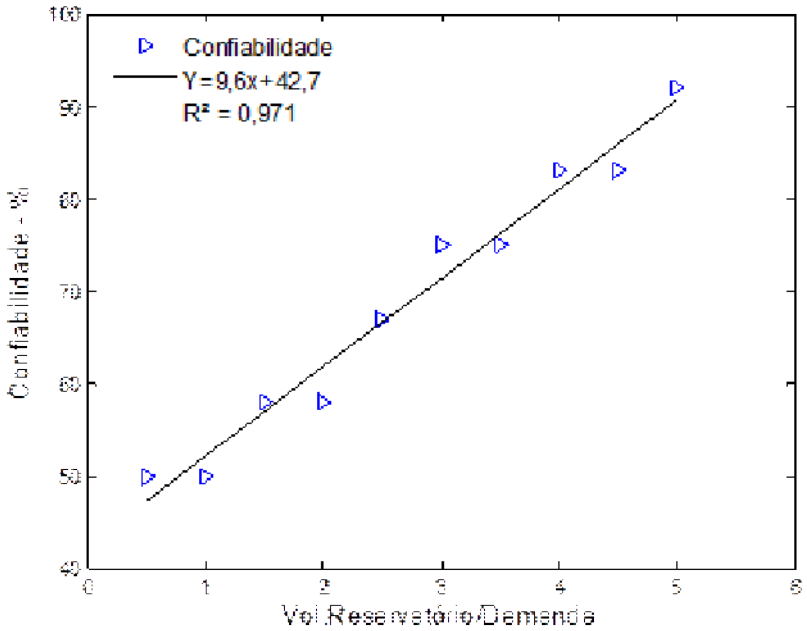


Figura 4. Valores da confiabilidade de atendimento do sistema para as 10 condições de reservação, em função do volume do reservatório sobre a demanda

Os resultados da análise hidrológica (Figuras 1 e 2 e Tabelas 1 e 2) mostram uma extrema variabilidade pluviométrica, evidenciando o período de maior escassez, entre julho e dezembro e o com maiores probabilidades de chover entre janeiro e junho. Os valores de probabilidade de excedência, período de retorno e números de dias com e sem chuvas corroboram com essa análise.

Os resultados de simulação dos reservatórios mostram que a possibilidade de melhor atendimento da demanda depende de uma reservação bem maio do que a demanda, como pode ser observado nas Figuras 3 e 4, em que a confiabilidade varia de 50 a 92% para volumes de reservação da metade até 5 vezes os valores de demanda.

CONCLUSÃO

O CCTA apresenta potencial de aproveitamento de água de chuva muito dependente do volume de reservação, em que a demanda ao longo do ano só será atendida plenamente se o volume de reservação for maior do que 5 vezes a demanda, devido a grande variabilidade pluviométrica.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MAY, Simone. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

SCHERER, F. A. Uso Racional da Água em Escolas Públicas: Diretrizes Para Secretarias de Educação. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis. ed. São Paulo: Navegar, 2005. 180 p. (Série Tecnologia)

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. São Paulo: Navegar Editora, 2003.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

DIFUSÃO DA AÇUDAGEM NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE A REGIÃO DO SERIDÓ/RN

Manoel Cirício Pereira Neto[1] & Ermínio Fernandes[2]

Resumo: É amplo o debate sobre as causas e as consequências das secas no semiárido brasileiro com implicações de toda etiologia, sobretudo no que diz respeito aos seus efeitos sobre as variáveis sociais, econômicas e mesmo ambientais sobre esta região do país. Na região do Seridó potiguar, por exemplo, a açudagem aparece historicamente como um dos principais sistemas de engenharias frequentemente empregados pelo homem, com o objetivo de mitigar a escassez/irregularidade de chuvas e satisfazer as necessidades básicas de abastecimento humano e animal, entre outros. Este artigo tem como objetivo, pois realizar uma reflexão acerca das principais implicações que perpassam e se atrelam ao sistema de açudagem no Semiárido brasileiro, com ênfase na região do Seridó potiguar, ao longo dos anos. Desponta-se com este artigo, entre outros contextos, a importância e o desafio da interdisciplinaridade entre as politicas de gestão e planejamento dos recursos hídricos, juntamente a questão do uso e parcelamento do solo sobre a implantação da açudagem no semiárido brasileiro.

Palavras-chave: Semiárido, Açudagem, Seridó.

INTRODUÇÃO

A escassez e irregularidade de chuvas, distribuídas no tempo e no espaço, adquirem e/ou impulsionam historicamente a um forte sentido de dependência da intervenção do homem (o sertanejo) sobre o espaço geográfico, que através da técnica tem procurado ao longo dos anos satisfazer suas necessidades básicas de subsistência no semiárido brasileiro.

A construção de açudes e/ou barragens aparece, neste contexto, como um dos principais sistemas de engenharias historicamente empregados pelo homem para mitigar e/ou "combater" os efeitos das secas de modo a vir satisfazer as necessidades básicas de abastecimento humano e animal, lazer, irrigação, produção de alimentos, entre outros.

No Seridó potiguar, por exemplo, assim como em grande parte do semiárido brasileiro, ao longo de seu histórico processo de ocupação e desenvolvimento, a região tem se caracterizado por uma grande densidade de reservatórios hídricos construídos, sobretudo com o objetivo de "solucionar" e/ou mitigar os efeitos da seca juntamente a escassez pluviométrica.

É importante ressaltar, sobre o viés desta temática, a construção de um dos primeiros açudes construídos no Nordeste brasileiro (o açude Recreio) no ano de 1842, localizado no então município de Caicó, região do Seridó potiguar. A partir de então se verifica um crescimento vertiginoso sobre este dado fenômeno, tanto sobre a região anteriormente citada como outras demais localidades no semiárido brasileiro. A título de ilustração observa-se que, ainda no ano de 1902 o município de Caicó já contava com mais de 200 açudes e em 1915 a região do Seridó notoriamente se destacava pelos aproximados 710 açudes (Augusto, 1954; Faria, 1978; Molle, 1994).

A localização estratégica das principais cidades em todo o semiárido encontra-se sem questão de dúvidas intimamente relacionadas, pois, desde o período de sua colonização, com as margens de seus principais rios – onde o recurso hídrico é de considerável valia. Conforme acrescenta Morais (1999), acerca do Seridó potiguar, as planícies fluviais desta região delineavam assim o percurso e os diferentes pontos de fixação pelo sertão adentro com o estabelecimento dos primeiros sítios e fazendas para a criação do gado.

[1] Estudante do Programa de Pós-Graduação em Pesquisa e Geografia, Caicó- RN. 59300-000. Fone: (84)9929.1529, email: ciricio.ufrn@yahoo.com.br
[2] Professor Dr. do Departamento de Geografia/UFRN

Em decorrência deste fenômeno e do contexto nele inserido, este artigo tem como principais objetivos levantar questionamentos, a saber: quais as principais implicações da açudagem no Seridó potiguar e como se efetiva a utilização destes sistemas para a resolução de conflitos com a problemática da seca ao longo dos anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração deste trabalho, foi realizada uma pesquisa exploratória e bibliográfica da temática em questão, juntamente a diversas pesquisas e viagens de campo sobre toda a região do Seridó potiguar. As pesquisas de campo, por sua vez, se constituíram de conversas e/ou entrevistas informais com produtores rurais e população adjacente às margens dos principais reservatórios hídricos da região do Seridó/RN.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região do Seridó seja talvez uma das regiões mais antigas e de maior concentração da açudagem no estado do Rio Grande do Norte, e em todo o semiárido brasileiro. A força das oligarquias políticas e da economia voltada sobre as diferentes atividades agropecuárias ao longo dos anos sejam talvez alguns dos elementos que expliquem e/ou justifiquem a dimensão deste fenômeno sobre esta região.

Os açudes aparecem como importantes núcleos propícios ao desenvolvimento da atividade agrícola e industrial, para onde convergiam as centenas de sertanejos que se retiravam quando assolados pelas secas. Apresentavam-se em meados da década de 1930 como polos de referencia à difusão da educação e da pesquisa. Neste sentido, Molle (1994, p.28), ao citar G. Duque ressalta que:

> [...] pensávamos em utilizar os açudes como pequenos polos de desenvolvimento e que ali se faria a exploração do peixe, da vazante, da irrigação e da energia, quando possível, e a parte científica seriam levadas daquele mesmo tempo, os trabalhos experimentais; [...] assim daríamos ao açude uma função muito mais ampla do que simplesmente explorar a água à vazante e a irrigação.

Frequentemente citados como importantes núcleos dinamizadores do território, o pesquisador Eloy de Souza (1951) aponta ainda um relatório realizado pelo engenheiro Dr. Eduardo Parisot, no qual o mesmo faz referência ao açude público "Mundo Novo" localizado no município de Caicó/RN e inaugurado em 1912, como um importante reservatório hídrico para a região do Seridó potiguar, que seca de 1919 teria 'abrigado e alimentado' aproximadamente cerca de 1.500 famílias.

É importante salientar que obras como a construção do açude Itans, por exemplo, localizado no município de Caicó/RN, a título de ilustração considerada de médio porte, chegou a empregar até cinco mil pessoas em sua construção, fazendo-se necessária a fixação e/ou a criação de bairros inteiros ainda hoje situados em suas proximidades, com exemplo ao bairro Itans neste município.

Além disso, são amplos os benefícios econômicos e sociais diretos e indiretos originados pela construção de açudes em todo o semiárido com implicações de toda etiologia ao longo do tempo – apesar das inúmeras críticas aos moldes muitas vezes implantadas juntamente as políticas envoltas de assistencialismo, paternalismo, acomodação politica e improvisação.

Em uma propriedade privada, por exemplo, o desenvolvimento das atividades agrícolas de vazante e de irrigação, a produção de alevinos e/ou mesmo pela própria valorização da propriedade aparece como alguns dos destaques e perspectivas da implantação deste sistema de engenharia. Segundo acrescenta Faria (1978, p. 43), referindo-se aos açudes dos municípios de Jardim e Serra Negra (ambos localizados na região do Seridó/RN), somente em vazantes os açudes renderiam mais de 50% do capital inicial empregado.

Igualmente importante, frente aos questionamentos sobre a insuficiência das politicas de "combate à seca" até então desenvolvidas no semiárido brasileiro, diz respeito à criação de órgãos e/ou instituições de apoio e fomento à população atingida pela seca sobre esta região semiárida brasileira com exemplo à criação do Banco do Nordeste Brasileiro (BNB) e do grupo de trabalho para o desenvolvimento do nordeste (GTDN), posterior SUDENE.

A politica iniciada em meados de 1950/1960, com a criação das instituições anteriormente citadas, apresenta um papel marcante sobre a implantação de alternativas e oportunidades para o desenvolvimento do nordeste brasileiro. O discurso de "combate à seca" cede espaço para o de "convivência" com este fenômeno.

Nesse período, observam-se na região do Seridó o desenrolar de projetos tais como o projeto Vazante e do Projeto Terra Verde com o objetivo de desenvolver a produção da fruticultura irrigada e produção de hortaliças. Estes estariam ligados aos projetos regionais Polonordeste, Projeto Sertanejo, Provárzea entre outros, cujo principal objetivo era o de concentrar recursos em certas áreas do interior nordestino (Gomes, 1979).

Neste contexto, juntamente com a politica de açudagem desenvolvida nesta época, e a criação dos projetos anteriormente citados, a região do Seridó desenvolveu uma irrigação com alto potencial produtivo servindo de base na subsistência de diferentes culturas agrícolas – exemplo das áreas localizadas nos açudes Gargalheira, em Acari, que irrigava cerca de 1.000 ha de terras, e o açude Itans, em Caicó, com cerca de 2.500 ha.

Além disso, é importante ressaltar, a criação dos perímetros irrigados localizados em áreas potenciais para a produção agrícola irrigada, juntamente as condições favoráveis de solos. Destaca-se na região do Seridó, o perímetro irrigado Itans/Sabugi localizado no município de Caicó e do perímetro irrigado de Cruzeta, no município de mesmo nome, com a presença de aproximadas 100 famílias (Guerra, 1981).

Destacam-se neste período, as politicas públicas para a implantação de pisciculturas em todo o nordeste brasileiro, com destaque à produção e fornecimento de alevinos. Neste sentido, merece destaque a instalação de uma das mais importantes estações de piscicultura do nordeste atualmente, então localizada no município de Caicó/RN – a estação de piscicultura Estevão de Oliveira, próximo ao açude público Itans.

Em quase todos os municípios localizados na região do Seridó, é nítida ainda a vocação e potencialidade dos açudes para o desenvolvimento das atividades de lazer, turismo, pesca, entre outros. Neste contexto, os açudes dos municípios de Acari (Gargalheiras) e Parelhas (Boqueirão), por exemplo, se destacam atualmente, de modo ainda incipiente, como importantes polos atrativos à fixação de diversas pousadas, balneários, vilas de pescadores, entre outros (ver Figuras 1 e 2).

Em termos gerais, são inúmeras as transformações estruturais e mesmo funcionais provenientes da politica e/ou sistema de açudagem na região do Seridó potiguar. Entre as principais mudanças podem ser ainda citadas,

Figura 1. Agricultura de subsistência no açude público Itans, Caicó/RN

Figura 2. Balneário no açude público Boqueirão, Parelhas/RN

a saber: a) construção da Barragem Passagem das Traíras, localizada entre os municípios de Jardim do Seridó e São José do Seridó, para a "perenização" do Rio Seridó; b) instalação de diversos balneários para a prática de atividades esportivas e de lazer, como acontece, por exemplo, nos açudes Itans (Caicó), Totoró (Currais Novos), Santo Antônio (São João do Sabugi), entre outros.

CONCLUSÕES

Observa-se, deste modo, que ao longo dos anos a açudagem no semiárido brasileiro, e em especial sobre a região do Seridó potiguar, apesar de inicialmente pensada para o abastecimento hídrico humano e animal desempenha ainda atualmente uma importante função para outras inúmeras atividades, perspectivas e intencionalidades sobre as diferentes esferas econômica, social e ambiental.

Os açudes na região semiárida, e em especial na região do Seridó potiguar não são, pois um objeto geográfico qualquer. Estes aparecem ainda como um objeto representativo da cultura do sertanejo alusivo à convivência com a seca, que oferece suporte à permanência e subsistência do homem no campo e de outras tantas atividades produtivas para a geração de renda, e ou mesmo para o suprimento do abastecimento humano, lazer, entre outros.

Conforme observado, são amplas e complexas as perspectivas e implicações referentes à politica de açudagem no semiárido brasileiro, e em especial sobre a região do Seridó potiguar. Em termos gerais, observam-se uma multiplicidade de usos desenvolvidos ao longo dos anos nestes sistemas de engenharias, (re)produzindo complexas e dinâmicas mudanças socioespaciais, econômicas e mesmo ambientais.

A chamada "indústria das secas" aparece neste contexto, como um importante fenômeno gerador de desigualdades, conflitos e impasses ao longo dos anos. O assistencialismo, o paternalismo e acomodação politica, e a improvisação tem facilitado ainda atualmente a reprodução do próprio capital, de modo intimamente relacionado ao poder econômico e politico de determinados grupos da região. Se por um lado, a politica de açudagem tem servido historicamente para amenizar os conflitos de classes, por outro tem contribuído para aumentar ainda mais esses conflitos (Cohn, 1976; Gomes, 1979).

Além disso, o surgimento de inúmeras tessituras, relações e contradições aumentam ainda mais a intrínseca complexidade à implantação destes sistemas de engenharia. No caso do Seridó potiguar, os conflitos são hiantes expostos atualmente a partir da discursão sobre a ocupação das áreas de preservação permanente (APP) pelos inúmeros agentes sociais e econômicos distribuídos nos diversos açudes da região – subsistência de inúmeras famílias.

Atualmente, no Seridó potiguar, as atividades agrícolas de vazante e irrigação se sobressaírem em relação ao aproveitamento do potencial das áreas as margens dos principais açudes desta região, sendo ainda os açudes direta ou indiretamente ainda responsáveis pela relevante prosperidade da pecuária ao longo dos anos.

O valor produtivo da açudagem não pode, entretanto reduzir-se somente às tais variáveis, é muito mais do que isto. Segundo corrobora Molle (1994) é, pois "uma garantia, na seca, de toda a vida animal que pulula em torno (...) tornando a vida possível no sertão assim como permitiu a conquista da terra seca". Seja talvez, pois imagem e reflexo do próprio sertanejo.

O planejamento e a gestão integrada da bacia hidrográfica e em especial dos reservatórios hídricos da região do Seridó potiguar torna-se, portanto a forma de melhor aproveitar e desenvolver as diferentes potencialidades deste sistema, sobrepostas com as necessidades dos diferentes agentes sociais e às suas devidas restrições e fragilidades naturais.

É deste modo de fundamental importância, portanto discutir paralelamente as politicas e gestão dos recursos hídricos no semiárido brasileiro, a questão do planejamento voltado para o uso e parcelamento do solo sobre a área influência dos reservatórios hídricos – utilizando de preferência a bacia hidrográfica como unidade de análise.

Segundo ressalta Ab'Saber (1999, p. 52), "mais do que isso, porém, existe a necessidade de melhor gerenciar socialmente os açudes de diferentes tipos existentes no recesso dos espaços sertanejos; pesquisar, mais ainda do que já foi feito". Estas politicas de manejo e gestão devem estar, pois intrinsecamente associadas ou relacionadas com as politicas de desenvolvimento social e melhoria da qualidade de vida humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab' Saber, A. N. Dossiê Nordeste seco. Estudos avançados 13 (36), 1999.

Aranha, T. Q. (org.). Economia das Secas; 70 artigos publicados por Eloy de Souza, Jornal a Ordem, agosto 1951 a julho 1952. Natal, UFRN. Ed. Universitária, 1986.

Cohn, A. Crise regional e planejamento: o processo de criação da SUDENE. São Paulo, Perspectiva, 1976, 165 p. (coleção debates).

Faria, O. L. Os açudes dos sertões do Seridó. Natal, Coedição Fundação José Augusto/Coleção Mossoroense, 1978.

Faria, O. L. Sertões do Seridó. Brasília, Senado Federal Centro Gráfico, 1980.

Guerra, O. A Batalha das Secas. In: ROSADO, Vingt-un, (org). Memorial da Seca. Brasília, Centro Gráfico do Senado Federal/ESAM. Coleção Mossoroense, 163, 1981.

Medeiros, J. A. B. de. Seridó. Brasília: Gráfica do Senado Federal, 1954.

Molle, F. Marcos Históricos e Reflexões sobre a Açudagem e seu Aproveitamento. Recife: SUDENE, DPG. PRN. HME, 1994.

Molle, f. & Cadier, E. Potencialidades dos açudes e dimensionamento das áreas irrigadas. Rev. ITEN. ABID, n.27, p. 32-36, 1986.

Morais, I. R. D. Desvendando a cidade – Caicó em sua dinâmica espacial. Natal, Senado Federal, 1999.

Gomes, R. de C. da C. A política de açudagem e a organização do espaço agrário do Seridó norte-rio-grandense. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Geografia, 1979.

Santos, M. & Silveira, M. L. O Brasil: Território e Sociedade no Início do Século XXI. São Paulo, Editora Record, 2001.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

EXPERIÊNCIA COM CURSOS DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (GRH) MINISTRADOS PELO CENTRO DE ASSESSORIA DO ASSURUÁ – BAHIA (CAA/BA) NO TERRITÓRIO DE IRECÊ

Isis Cássia Silva dos Santos[1] & Nara Lígia Almeida Silva[2]

QUE É O CAA?

O Centro de Assessoria do Assuruá (CAA) é uma Organização Não Governamental (ONG) fundada em 1990. Tem sede no município de Irecê e atuação nas micro-regiões de Irecê, Barra e Chapada Diamantina Setentrional no Semiárido baiano. Sua missão consiste em: "Contribuir para a qualidade de vida no Semiárido baiano através da construção e disseminação de referências de conquista da cidadania e desenvolvimento sustentável". O CAA exerce seu papel de assessor, educador, formulador, articulador e multiplicador através de seus programas que disseminam tecnologias sociais e fortalecem a cidadania nos locais de atuação.

CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO DE IRECÊ

O Território de Irecê abrange uma área de 27.490,80km^2, composto por vinte municípios: América Dourada, Barra do Mendes, Barro Alto, Cafarnaum, Canarana, Ibipeba, Ibititá, Ipupiara, Irecê, Jussara, Lapão, Mulungu do Morro, Presidente Dutra, São Gabriel, Uibaí, Central, Gentio do Ouro, Itaguaçú da Bahia, João Dourado e Xique-Xique. Sua população total é de 403.070 habitantes, dos quais 155.392 vivem na área rural. Seu IDH é 0,61. A principal dificuldade da região está relacionada à água, pois sua principal fonte de renda é a agricultura.

SITUAÇÃO SOCIAL DO TERRITÓRIO DE IRECÊ

No Semiárido baiano, a escassez de água para o consumo humano ainda é um drama social, principalmente, durante as secas. Nesses períodos, a necessidade diária de buscar água para o consumo doméstico obriga, sobretudo, as mulheres e crianças a longas caminhadas.

O Semiárido baiano é marcado por um modelo de desenvolvimento com alta concentração de renda e recursos naturais e elevado grau de destruição e degradação ambiental. Do ponto de vista socioeconômico, o baixo desenvolvimento econômico do semiárido se deve tanto a pouca diversificação das atividades produtivas quanto à permanência de relações de exploração do trabalho, ancoradas no binômio latifúndio-minifúndio. Um dos principais entraves para o desenvolvimento da produção agropecuária no semiárido tem sido a oferta insuficiente de água, por falta de chuvas regulares e a carência de sistemas de captação e de distribuição das águas das chuvas, subterrâneas e dos rios.

A agricultura familiar local é pouco diversificada e apresenta baixa produtividade, com perdas frequentes devido às secas, dificuldades na diversificação das atividades produtivas pela inexistência de recursos financeiros, assistência técnica oriunda do poder público e, baixa capacidade de estocagem dos recursos.

A região de Irecê sofre atualmente com a escassez de água, o ano de 2011 não foi promissor no que se refere às chuvas e à produção agrícola. Não é do costume do Brasil, nem tão pouco do Território de Irecê o cuidado com a água e com o meio ambiente, por isso o drama esta relacionado à distribuição de água pela barragem de Mirorós que esta em sua capacidade mínima e bloqueou o abastecimento para irrigação até que as chuvas retomem e reabasteçam a barragem.

[1] Licenciada em Geografia. Especialista em Educação, Cultura e Contextualidade – UNEB. Pós-graduanda em Desenvolvimento Sustentável no Semiárido com Ênfase em Recursos Hídricos – IFBAIANO. E-mail: icssol@gmail.com
[2] Pedagoga. Pós-graduada em Neuropsicologia Educacional. Pós-graduanda em Desenvolvimento Sustentável no Semiárido com Ênfase em Recursos Hídricos – IFBAIANO. Centro de Assessoria do Assuruá (CAA). Rua Itália, nº 349, CEP: 44.900-000, Irecê – Bahia, Brasil. Telefones (74) 3641 – 1483 / 4688. E-mail: caa@caabahia.org.br

Mas, essa não é a principal preocupação, até porque estamos em uma região semiárida e sempre teremos problemas com a frequência de chuvas. O centro do problema é a conscientização das pessoas no que se refere ao uso consciente da água, independente de onde ela venha, claro. As tecnologias estão sendo implantadas, há passos lentos, sem ao menos de longe atingir à necessidade real da região, muitas famílias também estão cadastradas nos projetos sociais governamentais e são assistidas pelo município e pelo estado, bem como por entidades não-governamentais que atuam na região, como é o caso do CAA. O próximo passo a ser dado é a formação social e política de sensibilização no tocante aos problemas sociais e ambientais, bem como na formação enquanto agente cidadão de transformação.

TECNOLOGIAS SOCIALMENTE APROPRIADAS: UM DIREITO DE TODOS

Apresentadas como as soluções para a melhoria de vida no semiárido, as tecnologias sociais de captação de água de chuva entram na pauta dos vários segmentos da sociedade. Contudo, será que as tecnologias de acesso à água são realmente eficientes? Segundo o Art. 1º da Constituição Federal do Brasil (1988), em seu Parágrafo único, "todo o poder emana do povo, que o exerce por meio de representantes eleitos ou diretamente, nos termos desta Constituição". O referido artigo consagra a escolha do povo pela soberania, cidadania e dignidade humana, compete então buscar esse horizonte por meio das políticas de acesso à água promovidas pelas políticas de convivência com o semiárido as quais têm oportunizado aos agricultores condições de melhoramento da vida por meio da construção de cisternas em suas residências.

Em síntese, as políticas de acesso à água no semiárido nordestino têm sido historicamente fundamentadas na ocorrência das secas. Esse tema ultrapassa as questões técnicas-produtivas, envolvendo discussões no foco social. Dessa forma alguns questionamentos são levantados, como: Por que algumas comunidades não conseguem o manejo adequado das cisternas recebidas? A mobilização tem sido suficiente? O que precisa ser feito para dar continuidade à mobilização feita no primeiro momento?

É preciso refletir sobre o que esta faltando, como é possível melhorar e avançar, se até esse ponto os resultados são satisfatórios, ir adiante é uma obrigação, principalmente para os movimentos sociais que defendem a liberdade política e social dos envolvidos na luta, assim como defendem o direito de conhecer e opinar.

CURSOS DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (GRH)

Os Cursos de Gerenciamento de Recursos Hídricos (GRH) são voltados/direcionados às famílias selecionadas para receber as tecnologias sociais implementadas pelo CAA-BA com o intuito de captar e armazenar água da chuva. As famílias seguem critérios pré-estabelecidos para participar do curso e receber a tecnologia, só depois desse processo é que se inicia a construção propriamente dita.

Diante do processo de negação vivenciado pelo semiárido durante anos algumas famílias desacreditam do potencial da região e, quando um projeto de cisternas chega à determinada comunidade é como se a esperança de dias melhores se renovasse. Mas, esses projetos têm prazos para finalizar e é aí que mora o perigo. Em muitos casos as famílias não seguem as recomendações dadas para manutenção da cisterna e, consequentemente, da água passando pelos mesmos problemas nos períodos de estiagem, com um diferencial, tendo a tecnologia e usando-a de forma inadequada. É preciso que essas famílias assumam a responsabilidade e tenha para si a tecnologia, pois quando finaliza o projeto a família vai ficar sozinha e precisa entender que a tecnologia é uma conquista e precisa ser cuidada para garantir sua finalidade.

Por isso, é correto afirmar que o sertão é viável e o que precisa ser fortalecido é o conhecimento. Para tanto, o primeiro passo a ser seguido é esse mesmo, os cursos de GRH dado às famílias que vão receber a tecnologia, passar por formação política e social, para compreender todas as etapas dessas conquistas para dar seguimento.

Nessa lógica o CAA busca trabalhar com monitores do próprio território, bem como com pedreiros na própria região para estimular o envolvimento e o desenvolvimento político e social.

Não é novidade que essas tecnologias viabilizam a vida, de modo geral, daquelas famílias que a recebem, sejam as cisternas, os barreiros, as aguadas, as barragens subterrâneas, tecnologias já trabalhadas pelo CAA. Desse modo, compreende-se que tal trabalho tem apresentado bons resultados, atingindo níveis satisfatórios e que em alguns casos transforma a realidade local. No entanto, é preciso avançar, ir além dessa formação, sair dos limites desses cursos e envolver mais as famílias nesse processo de construção social.

CONCLUSÃO

Permanecemos diante de uma série de dilemas que dizem respeito à manutenção de um desumano sistema de normatizações excludentes, ao ponto de subverter questões inerentes a sobrevivência humana. A água da chuva, quando adequadamente armazenada, abole o risco de infecções transmitidas por doenças veiculadas pela água e pela falta de higiene. Se existe água disponível, hortas e frutíferas podem ser cultivadas, assegurando uma alimentação mais saudável como também geração de renda com a venda do excedente. As frutas e vegetais que podem ser cultivados potencialmente aumentam a ingestão calorífica dos agricultores, melhorando diretamente a sua condição de vida. Diante dessa visão e do trabalho executado pelo CAA/BA é possível dizer que o semiárido é viável, e que nessa região falta justiça social e políticas públicas adequadas à realidade.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

REVALORIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DOS CAPTADORES DE ÁGUA DE CHUVA NOS LAJEDOS CRISTALINOS NO MUNICÍPIO DE POCINHOS-PB

Thiago Barros de Araújo[1], Almir de Souza Lima[2],
Danilo Egito de Andrade[3] & Francisco Guedes de Abuquerque Júnior[4]

Resumo: Para as caracteristicas climáticas e socioeconômicas do Semiárido Brasileiro, faz-se necessário o manejo de tecnologias especiais para conservação dos recursos hídricos. Essas tecnologias são simples e de pouco custo econômico. A conservação desses recursos é de extrema importância, assim como sua capitação para diversos usos. Esta é a principal temática abordada neste trabalho, como podemos utilizar a água da chuva para irrigação, consumo e outras atividades.

Palvras-chave: Captação de água de chuva; manejo; conservação; recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

O uso de recursos naturais, exige no desenvolvimento de alguma atividade econômica, preservação da capacidade produtiva desses recursos, seja ele, terra, água ou vegetação. O mal uso desses recursos pode levar a uma cadeia de devastação e diminuição da riqueza local, como cita CIRILO (2008) em relação ao mal manuseamento de recursos naturais: "Quando são mal utilizados, a produtividade da agricultura é reduzida, os processos de desertificação avançam, os ecossistemas e mananciais hídricos tornam-se mais fragilizados, o sustento das populações se reduz, crescem a pobreza e o êxodo rural para as cidades maiores." Conforme também Santos (1999), Pinto (1999), Medeiros Filho & Sousa (1988), descrevem acerca do mau uso da água:

> As secas recorrentes potencializadas pela inoperância das políticas governamentais provocam três conseqüências principais: colapso parcial do sistema produtivo rural, notadamente às atividades de agricultura e pecuária, dificuldades no abastecimento de água e de gêneros alimentícios para a população e o aumento do desemprego culminam com o empobrecimento e a migração forçada da população para as cidades.

Percebe-se que o homem, neste ciclo, usa sua racionalidade para própria "decomposição", é claro que, boa parte da não solução, dessa problemática é ocasionada pela negligencia do poder público. Neste contexto a capitação de agua de chuva apresenta-se como uma solução viável, ou seja, mais uma fonte extra para uma comunidade utilizar esses excedentes hídricos, seja na agricultura, no consumo ou na irrigação. Para que isso aconteça é preciso um envolvimento entre comunidade, instituições e estado.

A baixa produtividade na agricultura o nordeste tem duas causas fundamentais: menos quantidades de terra por pessoa e menor quantidade de capital por umidade de terra. A associação da seca como problema do Semiárido nordestino enquanto discurso eleitoral se estende a décadas. Isso se deve, em parte, a falta de planejamento e de força de vontade por parte dos governantes que trás consequências inestimáveis para o desenvolvimento econômico da Região Nordeste. Grupos políticos se estendem no poder por anos, com um único discurso: Acabar com a seca que aflige a população do Semiárido. Alguns governantes negligenciam projetos, cruzam os braços quando é exposto formas de beneficiamento que envolvem uma comunidade. Algumas atividades trazidas por instituições não-governamentais, universidades ou cooperativas, como projeto

[1] Estudante de graduação em Geografia pela Universidade Federal de Campina Grande. t_hi_agobarros@hotmail.com
[2] Graduado em Geografia pela Universidade Estadual da Paraiba. almilima@hotmail.com
[3] Estudante de graduação em Geografia pela Universidade Federal de Campina Grande. dannilo.sk8@hotmail.com
[4] Estudante de graduação em Geografia pela Universidade Federal de Campina Grande. galo13_junior@hotmail.com

de cooperação de uma comunidade em torno de uma atividade econômica e autônoma, podem ser sumariamente descartada pelos governantes locais. Isso pode ocorrer de diversas formas, à exemplo, quando o governante não cede o mínimo de subsídio necessário, por divergências partidárias, mas o principal motivo observado é em manter a população dependente da maquina publica, cultivando e mantendo os tão conhecidos "currais eleitorais".

Quando se fala em escassez de água no mundo, refletimos em alguns conflitos ja existentes no Oriente Médio e na África. A falta de água potável e saudável gera conflitos entre nações e aldeias, nestas áreas. Em meio a este cenário, observa-se que novos métodos para conseguir água potável, são de extrema importância, como explica Babbitt et al. (1967):

> Os serviços de água raramente são completos, estão continuamente se desgastando e se tornam obsoletos e inadequados, resultando que os projetos para renovação, manutenção e ampliação dos serviços existentes serão uma atividade contínua. Babbitt et al. (1967)

A captação de água de chuva usando os telhados, é uma das mais antigas formas de se adquirir água, essa técnica é de uso milenar, porém são aprimorados novos métodos a essa técnica no decorrer dos tempos. Porém é necessário o estudo para desenvolvimento de outras invenções para captar e armazenar água da chuva. É nesse contexto que se observa a captação de água de chuva em lajedo de Rochas Cristalinas. Na direção Sul e Oeste, principalmente, na zona urbana da cidade de Pocinhos-PB, observa-se grandes afloramentos rochosos de gênese magmática, sendo da família dos granitos. Esse tipo de formação rochosa tem bastante proveito para a captação de água da chuva, uma vez que a impermeabilização da água é quase nula, e o intemperismo físico causado pela rocha é pequeno se comparado com as rochas de natureza sedimentar.

MATERIAIS E MÉTODOS DA PESQUISA

Os métodos dessa pesquisa vai além do aprimoramento da técnica de captar a água da chuva. Buscamos através desse trabalho humanizar essa temática. Sabe-se que na historia de desenvolvimento do municipio de Pocinhos-PB, localizado na mesorregiçao do agreste Paraibano, observa-se um grande potencial de captação de água de chuva nos lajedos de rochas cristalinas que envolvem a cidade.

Como método da pesquisa, não pretende-se propor o uso dos recursos para o consumo humano, pois, sabemos que a Agência Nacional de Águas proibe o manejo desse recurso, uma vez que é utilizado essa forma de captação a céu aberto. Pretende-se porém, a revalorização desses tanques, para alternativas de uso desse recurso.

A cidade até meados da década de 80 era abastecida pelas águas que eram captadas pelos barramentos feitos nos lajedos de rocha cristalinas. O municipio de Pocinhos está localizado na unidade Geoambiental do planalto da Borborema. Segundo o **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea do Estado de Paraiba - Diagnóstico do municipio de Pocinhos**, o municipio ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta. Ainda segundo o Projeto o clima é tropical chuvoso, com verão seco, a estação chuvosa se inicia em Janeiro/ fevereiro com término em setembro, podendo se estender até outubro.

O método de abordagem utilizada no projeto será o Hipotético-dedutivo, uma vez que se utilizará de projeções que deverão ser submetidos a testes. Com esse método de abordagem proporciona-se a busca das soluções possíveis para um enfrentamento da seca do semiárido, mesmo que por conjucturas, hipóteses ou teorias. "O aperfeiçoamento das observações pode ser conseguido com experimentos previamente planejados que utilizem os meios técnicos mais modernos e eficientes" Molina (2009).

A função da população de uma determinada comunidade está ligada ao consumo do manancial de água da região. O consumo desse recurso, aumenta, na medida que é acrescentado a região industrias e suas atividades. Estatisticamente, a demanda por água por pessoa e a população total não apresentam boa correlação, contudo, as crescentes atividades aumentam o consumo de água.

- Possíveis alternativas para uso da água

Sabemos que a demanda por água no mundo ja traz conflitos entre nações, embora no Brasil, ainda não se tenha conhecimento de tais. Na cidade de Pocinhos, a proposta de atualização dos métodos de captação de água de chuva, pode sim trazer nos dias atuais bons resultados para a comunidade, uma vez que a cidade sofre com problemas no abastecimento de água pela Companhia de Água e Esgoto da Paraiba. Buscamos através desse projeto, utilizar-se dos grandes afloramentos rochosos que se encontram em torno da zona urbana da cidade de Pocinhos, como potencial para captar água da chuva com qualidade.

- População e demanda intimamente ligadas.

Pretende-se fazer um levantamento da demanda por água na comunidade de Pocinhos, e como estão avaliadas esses demanda. Para isso, busca-se uma pesquisa nos usuários dessa água, para saber quais atividades podem utilizar água da chuva captada em lajedos de Rochas Cristalinas. Ou seja, busca-se posiveis alternativas para o uso dessa água e o não desperdício. É necessário avaliar e calcular a população futura da comunidade, fazendo levantamento do aumento da população, e considerando a demanda da água nestas atividades com o aumento da população.

Ainda pretende-se nesse estudo:

- Avaliar o histórico do uso da água de chuva dos lajedos de pedra do municipio de Pocinhos-PB;
- Analisar possíveis vantagens no retorno ao uso dessa água captada;
- Analisar o quantitativo de água recolhido por esse sistema, comparando com outros afloramentos que não possuem os barramentos para captar água da chuva;

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os tanques atualmente estão desativados, devido a alto nível de contaminação das suas águas. Porém, em visita ao campo de estudo, comprovou-se a utilização das águas dos tanques, para a lavagem de roupas por alguns moradores mais carentes, que moram próximo aos tanques. Essas pessoas lavam a roupa dentro do tanque, ficando evidente a contaminação. Como resultado pretende-se mostra que a utilização dos recursos dos tanques, podem ir bem mais além, como ja fora observado na década de 80, quando a única forma de se obter água, inclusive para uso doméstico, eram nos tanques de pedra.

Estes tanques mostram-se capazes de manter água por longos períodos de extiagem, mesmo considerando o nível de evaporação. Nos estudos realizados, os tanques representam uma reserva potencial substancial , que pode vir novamente a reforçar o abastecimento no municipio. Após uma analise técnica apurada e uma analise de aumento de oferta dos recursos hídricos, os tanques estão aptos para reutlização, porém cabe a administração pública a implantação de politica de conscientização da população para o manejo sustentável desse recurso.

Os tanques devem ser, periódicamente, visitados por agentes de saúde pública, como vigilantes sanitários e agente de combate a epidemiologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que os problemas que ocorrem na região Nordeste, boa parte é provindo do descaso e ineficiencia das politicas públicas do estado. Pois sabemos que a região nordeste é próspera, eficaz e com grande campo para expanção de produção e mão de obra.

Diante da grande problemática, que aflinge todo o mundo, percebe-se que o Nordeste Semiárido não é totalmente desprovido de recursos hídricos, porem faltam medidas que coloquem o grande potencial nordestino em andamento. Visto que, com projetos de capitação de aguas pluviais, a grande massa social que sofre com o periodo de estiagem natural, pode-se diminuir as problemáticas, com medidas e ações politicas eficazes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas Nordeste: Abastecimento urbano de água: alternativas de oferta de água para as sedes municipais da Região Nordeste do Brasil e do norte de Minas Gerais: Resumo executivo./ Agencia Nacional de Águas, superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos; Consórcio Engecorps/Projetec/Geoambiente/Riverside Tecnhology. Brasilia: ANA, SPR, 2006. 154p.: il.

BABBIT, Harold E.; DOBLAND, James J.; CLEASBY, John L. ABASTECIMENTO DE ÁGUA – São Paulo: USAID, 1967. 592p. il.

CIRILO, José Almir. POLÍTICAS PÚBLICAS DE RECURSOS HÍDRICOS PARA O SEMI-ÁRIDO.

FRANCA, Dalvino Troccoli. Água de chuva: alternativas tecnológicas para a convivência com a seca e sistemas de abastecimento da população rural difusa no semi-árido brasileiro. MMA/ANA. www. ana-mma_convivencia_seca. Acessado em 01.05.2007.

GOUVEIA, Antonio Cleide; CAMPOS, José Dias; ROCHA, José Camelo da; ARAÚJO, Maria da Glória Batista de. PROJETO CAPACITAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO LOCAL. In: 3º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de Chuva, Campina Grande, PB, 21 a 23.11.2001. Associação Brasileira de Captação e Manejo de água de chuva (ABCMAC), Anais, CD-ROOM, 2001.

Governo do Estado da Paraiba, Secretária Extraordinária do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e Minerais: PLANOS DAS ÁGUAS (2001).

MATIAS, José Afonso Bezerra. CISTERNA DE PLACAS PRÉ-MOLDADAS. In: 3º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de Chuva, Campina Grande, PB, 21 a 23.11.2001. Associação Brasileira de Captação e Manejo de água de chuva (ABCMAC), Anais, CD-ROOM, 2001.

Ministério da Integração Nacional; PLANO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMI-ÁRIDO.

Molina, M. J. T. O método científico global: http://www.molwick.com/pt/metodos-cientificos/524-metodoscientificos.html – acessado em 20 de maio de 2012.

RAVEN, P.H.; BERG, L.R.; JOHSON, G.B. ENVIROMENT. SAUNDERS COLLEGE PUBLISHING, 1998. 579p.

Salomon, Delcio Vieira: Como fazer uma monografia : Delcio Vieira Salomon. - elementos de metodologia de trabalho cientifico/ 6. ed. - Belo Horizonte : Interlivros, 1979.

Souza Filho, Francisco de Assis de. A política nacional de recursos hídricos: desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido: 2011. Cap.1, p.01-25.

SANTOS, Maria José dos; OLIVEIRA, Edinete Maria de; ARAÚJO, Lincoln Eloi de; SILVA, Bernardo Barbosa da: SECA E CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA NO SEMI-ÁRIDO DE SERGIPE: O P1MC COMO OBJETO DE PESQUISA

SANTOS, Maria José dos; ARAÚJO, Lincoln Eloi; OLIVEIRA, Edinete Maria; SILVA, Bernardo Barbosa: SECA, PRECIPITAÇÃO E CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO DE SERGIPE.

TUNDISI, José Galizia. Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. - São Paulo: RiMa, IIE, 2003. 248p.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA DOS TELHADOS DO INSTITUTO FEDERAL BAIANO CAMPUS SENHOR DO BONFIM

Manuel Dias da Silva Neto[1], Marcio Lima Rios[2],
Delfran Batista dos Santos[3] & Muriel Cajuhy Souza[4]

Resumo: A irregularidade da pluviosidade anual no semiárido brasileiro gera grande instabilidade nas populações que vivem nessa região, portanto as tecnologias socialmente apropriadas de convivência com suas características ambientais, como os sistemas de captação e armazenamento de água da chuva são de fundamental importância para a minimização dos impactos provocados pela escassez de água, principalmente para as populações difusas nas áreas rurais do semiárido. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o potencial de captação pluvial dos telhados do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano) *Campus* Senhor do Bonfim, onde foram realizados medições e cálculos de área dos telhados, produzindo informações de eficiência para a implantação da tecnologia no *Campus*. Estes resultados apontam para um sistema sustentável diante das condições de semi-ardidez da região, além de representar uma considerável redução nos custos da instituição na conta de água.

Palavras-chave: pluviosidade, captação *in situ*, semiárido.

INTRODUÇÃO

O Semiárido Brasileiro (SAB) compreende uma área de 982.563,3 km², abrangendo os Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, e o norte de Minas Gerais. Nessa região encontra-se os menores índices pluviométricos do país, com precipitações anuais normalmente abaixo de 800mm, temperaturas medias anuais de 23 a 27ºC e evaporação média de 2000mm/ano, além da irregularidade na distribuição das chuvas ao longo do ano (SILVA et. al., 2010).

Mesmo com os valores de pluviosidade acima mencionados, o semiárido brasileiro é um dos mais chuvosos do mundo, caracterizados por períodos alternados de escassez e chuvas. Os intensos aguaceiros, somados as irregularidades das precipitações, mostram a pertinência da idéia de captação e armazenamento da água da chuva para uso em períodos de estiagem. A captação da água nos períodos chuvosos e sua utilização nos meses de seca ampliam sua disponibilidade, reduz a possibilidade de escassez, e gera maior segurança hídrica, principalmente para famílias que residem esparsamente nas áreas rurais do semiárido brasileiro.

O aproveitamento de água da chuva por meio dos telhados é cada vez mais difundido no nordeste brasileiro, experiências de diversas instituições como, UNPE, IRPAA, IRCSA, ASA, Cáritas, entre outras, que divulgam diversos modelos para o armazenamento da água captada em cisternas de placas, tela e cimento, polietileno, etc.

Ao decorrer do tempo as populações e os governos desenvolveram métodos e ações na perspectiva de minimizar os problemas da seca, como é o caso dos carros pipas. Segundo a Cáritas (2002) o abastecimento garantido por carros pipas, além da limitação da quantidade da água disponibilizada, as famílias tornam-se ainda mais dependentes dos governos para garantir a sobrevivência. Nesta perspectiva a captação de água em telhados para fins domésticos, além de ampliar a disponibilidade hídrica, constrói maior autonomia em relação ao poder público, no que se refere ao abastecimento dos reservatórios das populações rurais difusas.

[1] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Faculdade Presbiteriana Augusto Galvão Campo Formoso – Ba. 44790000. Fone: (74) 9110-3954, e-mail: manueldias9@hotmail.com
[2] Geógrafo, Professor do Instituto Federal Baiano Campus Senhor do Bonfim
[3] Engenheiro Agrônomo, prof. do IF Baiano Campus Senhor do Bonfim e pesquisador visitante do INSA (Instituto Nacional do Semiárido)
[4] Graduando em Engenharia Agronômica, Universidade Federal do Vale do São Francisco

Gnadlinjer (2011) destaca a idéia de Steve Hall, diretor do Centro de Tecnologias Ambientais do Programa do Meio Ambiente das Nações Unidas, onde em discurso no ano 2003, afirma que a captação e armazenamento de água de chuva como água potável "*se introduzida em larga escala, pode aumentar o abastecimento existente de água a um custo relativamente baixo e passar para as comunidades a responsabilidade de gerenciar seu próprio abastecimento de água* (GNADLINJER , 2011, p. 333).

De acordo com Santos et. al., (2012), no semiárido brasileiro já se verifica a existência de tecnologias que possibilitam, com sucesso, a captação e o armazenamento de água da chuva para uso humano a partir de telhados residências, e com isso a redução no consumo de água pelas empresas de distribuição. A captação da água da chuva em telhados é uma alternativa eficiente e de custo acessível, à ser usada para os mais diversos fins domiciliares, desde atividades sanitárias, cocção de alimentos e consumo direto.

Diante do exposto o presente trabalho tem por objetivo determinar o potencial de captação de água de chuva dos telhados do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano) *Campus* de Senhor do Bonfim, discutindo a relação entre o potencial de captação de telhados e o atual consumo de água potável do *Campus*. Também visa avaliar os índices pluviométricos da área e sua capacidade de captação nos telhados das edificações para fins de consumo em atividades diárias, apontando as possibilidades de substituição da utilização de água adquirida via Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) pela água coletada do sistema de captação pluvial.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no IF Baiano *Campus* Senhor do Bonfim, localizado no município de Senhor do Bonfim, no norte do Estado da Bahia a 376 km de Salvador, nas coordenadas geográficas 10°27'00" latitude Sul e 40º09'00" longitude Oeste, com altitude média de 530 metros acima do nível do mar. O *Campus* de Senhor do Bonfim atende atualmente uma população de aproximadamente 800 alunos, oferecendo Cursos de Técnicos em Agropecuária, em Zootecnia e em Alimentos, oferece ainda cursos superiores de Licenciatura em Ciências da Computação e Ciências Agrárias e um curso de Pós-graduação *lato sensu* em Desenvolvimento Sustentável do Semiárido com Ênfase em Recursos Hídricos.

Para dar suporte a tais cursos a instituição conta com uma gama de edificações, com funções pedagógicas e administrativas, totalizando uma área construída de 16.926 m², distribuídas em 1.830.000 m² de área total. A Figura 1 demonstra a distribuição espacial das edificações ao longo da área.

De forma geral a infraestrutura institucional utiliza cobertura de telha cerâmica, a qual tem grande potencial para a captação de água de chuva. Nesse sentido, utilizou-se trenas para medir em campo o comprimento e altura das áreas de cobertura de cada estabelecimento, posteriormente pelo fato dos telhados serem inclinados utilizou-se do teorema de Pitágoras para inferir a largura de cada área, obtendo o valor total.

O ginásio de esportes, coberto por telhas de alumínio, tem formato de um semicilindro oco, de difícil acesso para se mensurar com trena, por isso utilizou-se do software Google Sketchup® e uma fotografia e perspectiva do ginásio de esportes para modelar a estrutura de forma tridimensional, e assim estimar a área de cobertura da edificação.

Com os dados em mãos utilizando de planilhas do Microsoft Exel® para somar as áreas das edificações relacionando com cada tipo de material. A Tabela 1 relaciona a área de cada edificação com o respectivo material.

Para analisar a viabilidade de captação de água de chuva, dados pluviométricos de séries históricas devem ser observados e armazenados em bases georreferenciadas, assim como o coeficiente de escoamento superficial da área de captação (Santos et al., 2012). Nesse trabalho, observou-se a média histórica da região dos últimos 30 anos, que é de 824 mm, em seguida, foi nescessario separar as áreas de captação por tipo de material, já que estes terão coeficientes de escoamento diferentes, sendo assim, como visto na Tabela 1, o *Campus* possui

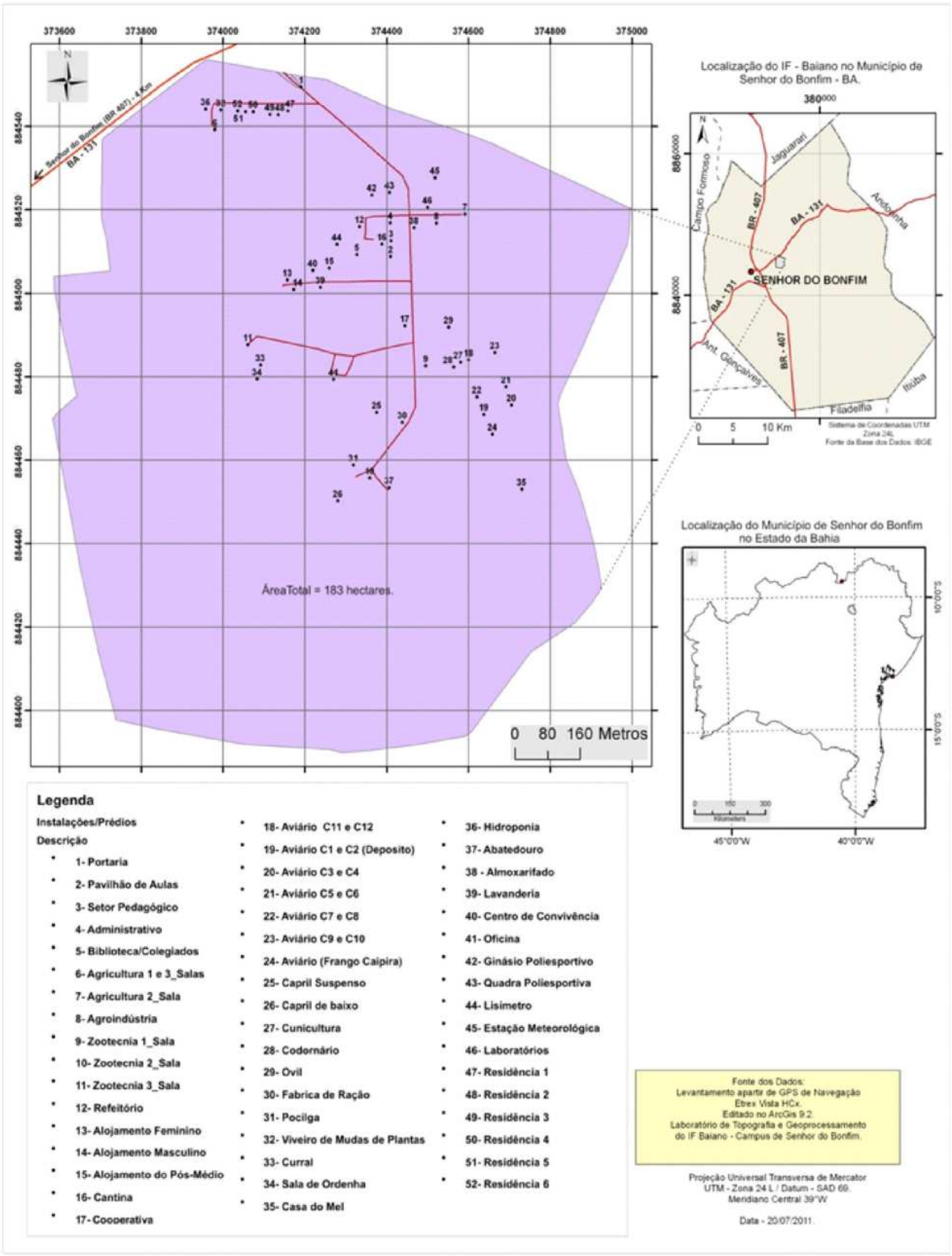


Figura 1. Mapa IF Baiano *Campus* Senhor do Bonfim

Tabela 1. Valores das Áreas mensuradas na instituição e seus respectivos materiais. Senhor do Bonfim – Ba, Instituto Federal Baiano *Campus* Senhor do Bonfim

Setor / Edificação	Material	Área (m²)
Ginásio de esportes	Telha de alumínio	2.804,88
Setor pedagógico	Telha cerâmica	551,00
Administrativo	Telha cerâmica	713,33
Biblioteca/colegiados	Telha cerâmica	656,92
Agriculturas 1 e 3 _salas	Telha cerâmica	229,59
Agricultura 2_sala	Telha cerâmica	171,00
Agroindústria	Telha cerâmica	733,08
Zootecnia 1_sala	Telha cerâmica	160,75
Zootecnia 2_sala	Telha cerâmica	160,75
Zootecnia 3_sala	Telha cerâmica	160,75
Refeitório	Telha cerâmica	704,64
Alojamentos	Telha cerâmica	4.297,17
Cantina	Telha cerâmica	257,92
Cooperativa	Telha cerâmica	481,12
Aviários - (corte, postura e caipira)	Telha cerâmica	2.957,38
Capril suspenso	Telha cerâmica	126,08
Capril de baixo	Telha cerâmica	111,44
Ovil	Telha cerâmica	343,84
Fabrica de ração	Telha cerâmica	323,24
Pocilga	Telha cerâmica	626,96
Curral	Telha cerâmica	178,13
Sala de ordenha	Telha cerâmica	265,44
Casa do mel	Telha cerâmica	84,20
Abatedouro	Telha cerâmica	304,25
Almoxarifado	Telha cerâmica	295,78
Lavanderia	Telha cerâmica	260,46
Centro de convivência	Telha cerâmica	499,12
Oficina	Telha cerâmica	638,56
Pavilhão de salas de aula	Telha cerâmica	1.985,67
Laboratórios	Telha cerâmica	1.768,71
Residências	Telha cerâmica	1.978,08
Área total telha cerâmica (m²)		**22.025,36**
Área total telha alumínio (m²)		**2.804,88**
Total (m²)		**24.830,23**

24.830,23 m² de área de captação, sendo que destes 2.804,88m² são de telhas de aluminio e 22.025,36m² em telhas cerâmica.

Na determinação do volume de água de chuva captado pelas coberturas utilizou-se a formúla matemática proposta por Villela e Matos (1980), que leva em consideração o coeficiente de escoamento, a média pluviométrica anual da região e a área de captação.

$$Ac = \left(\frac{V}{PxC}\right) x1000$$

em que:

Ac - área de captação, m²

V - volume total do reservatório, m³

P - precipitação média anual, mm

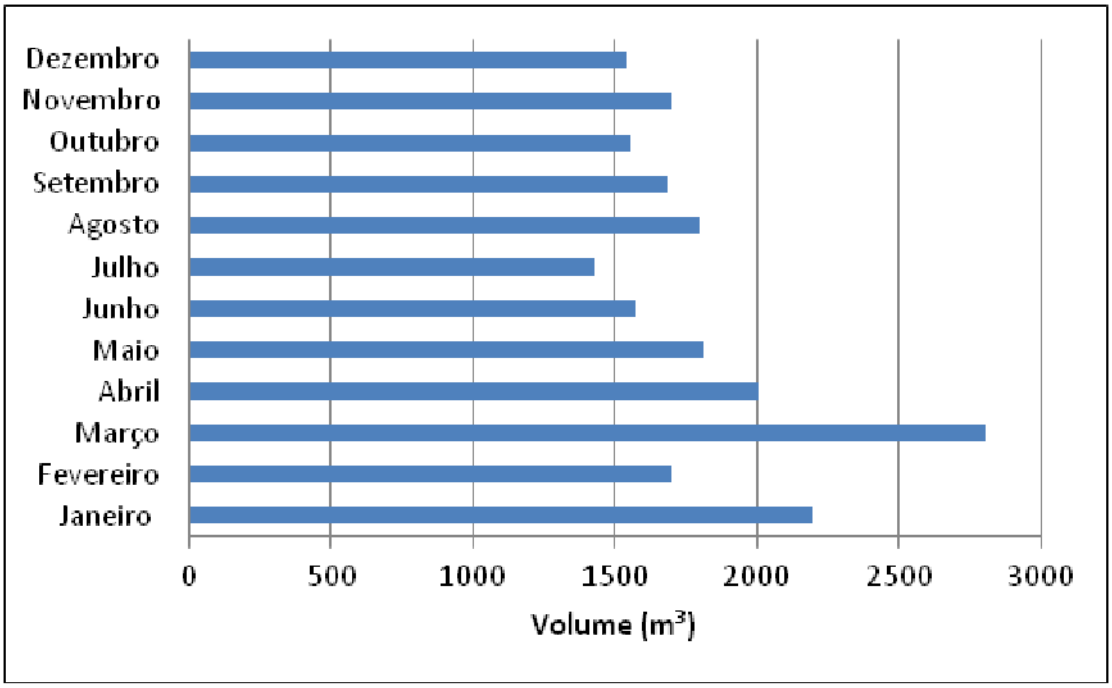
C - coeficiente de escoamento superficial, adimensional

Para o cálculo com telhado de cerâmica utilizou-se a média da variação coeficiente de escoamento proposto por Villela e Matos (1980), o qual é de 0,852. Já com a telha de alumínio utilizou-se o valor 0,95 por se tratar de uma superfície lisa e que apresenta pouca resistência ao escoamento da água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os valores da média histórica, coeficiente de escoamento superficial e áreas dos telhados, obtive-se um potencial de captação de 15.462,86m³ para os telhados em material de cerâmica e 2.195,66m³ para a cobertura em telha alumínio, sendo assim, está presente nas edificações do *Campus* um potencial total de captação de água de chuva de 17.658,52m³ de água em um ano. Com este valor podemos estimar através de média aritimetica o volume mensal disponível de 1.471,54m³/mês.

A água utilizada pela instituição é fornecida pela EMBASA – Empresa Baiana de Água e Saneamento, sendo que o consumo da instituição atualmente gira em torno de 21.809 m³ de água ao longo do ano, como podemos observar na Figura 2. Este consumo representa hoje para a istituição um gasto de R$ 249.069,17 por ano.



Fonte: EMBASA

Figura 2. Consumo de água no IF Baiano Campus Senhor do Bonfim no ano 2011

Com a utilização da água de chuva captada em atividades como lavagem de instalações, abastecimento dos alojamentos, fornecimento para animais e outras, os custos com água poderiam ser diminuidos em até 81%, representando para a instituição uma economia de R$ 201.668,71 por ano, recurso que poderia ser utilizado em outras áreas do *Campus*, ou até no pagamento da implantação desse e de outros sistemas de captação.

A captação de água de chuva em telhados no *Campus* em Senhor do Bonfim valoriza tecnologias socialmente apropriadas para o convívio no semiárido brasileiro e reforça o compromisso com o desenvolvimento regional sustentável de instituições de cunho científico educacional como o IF Baiano.

Estudos desse tipo devem apontar para as possibilidades de substituição da utilização de água adquirida via empresa de distribuição convencional, por um sistema de captação pluvial, estabelecendo uma ação sustentável de utilização dos recursos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista que o IF Baiano em Senhor do Bonfim se localiza em uma região onde a média pluviométrica histórica é relativamente alta para os padrões do semiárido e conta com boa infraestrutura de telhados, pode-se inferir que a utilização de captação de água de chuva no Instituto pode se tornar viável desde que se faça uma investigação mais detalhada acerca de: número de reservatórios necessários, quantidade de calhas e tubulações, sistema de tratamento de água, necessidade de bombeamento; ou seja, um estudo econômico da viabilidade de implantação do sistema de captação de água de chuva para o *Campus*.

No momento, pode-se inferir que de acordo os resultados do trabalho a utilização da água de chuva no *Campus* do IF Baiano poderá gerar uma economia de até 81% no consumo de água proveniente da Embasa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (processo no 562867/2010-4), pelo suporte ûnanceiro e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Senhor do Bonfim pela disponibilização da área de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÁRITAS. O semi-árido brasileiro. Caderno 03, 2002. Disponível em: <http://caritas.org.br/novo/wp-content/uploads/2011/03/caderno-3.pdf> acessado em 01 de junho de 2012.

GNADLINJER, J. Captação de água de chuva: uma ferramenta para atendimento às populações rurais inseridas em localidades áridas e semiáridas. In: MEDEIROS, S.S. *et. al.*(Ed.) Recursos hídricos em regiões áridas e semiáriadas. Campina Grande-PB: Instituto Nacional do Semiárido. 2011. p. 325-360.

SANTOS. D. B. *et. al.* Captação de água de chuva para fins agropecuários no semiárido. In: GHEYI, H. R. *et. al.* (Ed.) Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações. Campina Grande-PB: Instituto Nacional do Semiárido; Cruz das Almas-BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. p. 75-98.

SILVA, P.C.G. *et.al.* Caracterização do semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SÁ, I.B.; SILVA, P.C.G. (Ed.) Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolin –PE: Embrapa Semiárido, 2010. p. 19-48.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1980.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012 Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA EM MALHA ASFÁLTICA PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Muriel Cajuhy Souza[1], Delfran Batista dos Santos[2], Marcio Lima Rios[3], Manuel Dias da Silva Neto[4] & Célio Luiz Carvalho Junior[5]

Resumo: Os baixos índices de pluviosidade e a irregularidade anual na distribuição das chuvas no semiárido brasileiro estão entre os fatores que provocam a instabilidade da população. De acordo com essa realidade, o presente trabalho tem como finalidade estabelecer o potencial de captação de água pluvial, por escoamento superficial na malha asfáltica do *Campus* do IF Baiano em Senhor do Bonfim-Ba, para fins de irrigação de canteiros produtivos e criação de animais de pequeno e médio porte. A partir de medições em campo obteve-se a área total de captação e relacionando-a com a média anual de chuva dos últimos 30 anos o potencial de captação foi determinado. Também se determinou o potencial de área irrigada para cebola, repolho e pimentão, assim como o potencial para criação de aves e caprinos a partir do volume potencial de água captado. O estudo demonstrou que a instituição possui elevado potencial de captação de água de chuva para fins não potavéis.

Palavras-chave: semiárido, animais domésticos, escoamento superficial.

INTRODUÇÃO

Devido às características climáticas da região semiárida do nordeste brasileiro, a prática de agricultura de sequeiro bem como a criação de animais, se torna uma atividade de risco para a população residente no meio rural, já que a irregularidade pluviométrica denota uma condição de escassez de água na maior parte do ano, causando sérios prejuízos econômicos aos pequenos produtores. Essas peculiaridades pluviais impactam nas condições de vida da população, causando insegurança alimentar e produtiva.

A captação e o armazenamento de água da chuva emergem como alternativa importante para o enfrentamento dos problemas causados pela escassez hídrica no semiárido. Para a convivência com os períodos prolongados de déficit hídrico, as sociedades, ao longo do tempo, desenvolveram métodos direcionados para a captação de água da chuva. Nesse sentido a captação e o armazenamento da água em cisternas de produção para fins não potáveis se tornam ótimas alternativas para assegurar a produção dos pequenos agricultores.

Santos *et.al.* (2012) apresentam uma importante tecnologia de captação e armazenamento de água de chuva para fins não potáveis, que é a Cisterna de Produção (CP). Os mesmos autores comentam que o principal fundamento dessa tecnologia é eliminar as perdas de água por escoamento superficial, mediante a captação, que pode ser através da própria superfície do solo ou superfícies pavimentadas, e posterior armazenamento na cisterna, isto é, no reservatório para o qual toda a água captada deve convergir.

Nesse contexto, é importante conhecer as variáveis que interferem no processo de captação de água de chuva, para que deixe de ser um potencial e passe a ser realidade em sistemas que atendam as demandas para uso do recurso hídrico, atendendo as pequenas propriedades rurais, tanto a partir da dessedentação animal, como através do uso de tecnologias específicas de irrigação para a pequena produção.

Existe uma série de programas governamentais direcionados para cisternas produtivas, entre eles o programa P1+2 (Programa Uma Terra e Duas Águas), em que normalmente as cisternas são construídas com capacidade

[1] Graduando em Engenharia Agronômica, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina – PE. CEP 56300-000. Fone: (74) 9111- 2894, e-mail: murielcajuhy@yahoo.com.br
[2] Engenheiro Agrônomo, Prof. do IF Baiano e pesquisador visitante do INSA (Instituto Nacional do Semiárido)
[3] Geógrafo, Professor do Instituto Federal Baiano Campus Senhor do Bonfim
[4] Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Faculdade Presbiteriana Augusto Galvão
[5] Graduando em Licenciatura em Ciências Agrárias, Instituto Federal Baiano Campus Senhor do Bonfim

para 52 m³ (52.000 litros) e o calçadão (pavimentado) medindo 210 m² (Gnadlinger, 2011). As estradas pavimentadas com asfalto podem funcionar perfeitamente como área de captação da água de enxurrada.

Diante desse cenário, faz-se necessário realizar estudos inerentes ao potencial de captação de água de chuva pelas áreas pavimentadas com asfalto em instituições que possuam perfil agropecuário a fim de fomentar uma discussão sobre a pertinência da implementação de tecnologias de captação de água de chuva para fins agropecuários. Com isso, o presente trabalho pretende determinar o potencial de captação de água da chuva da malha asfáltica do IF Baiano *Campus* Senhor do Bonfim, para a utilização em fins não potáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano), no *Campus* Senhor do Bonfim, localizado no município de Senhor do Bonfim, no norte do Estado da Bahia a 376 Km de Salvador, nas coordenadas geográficas 10°27'00" latitude Sul e 40º09'00" longitude Oeste, com altitude média de 530 metros acima do nível do mar. O *Campus* de Senhor do Bonfim atende atualmente uma população de aproximadamente 800 alunos, oferecendo Cursos de Técnicos em Agropecuária, em Zootecnia e em Alimentos, oferece ainda cursos superiores de Licenciatura em Ciências da Computação e Ciências Agrárias e um curso de Pós-graduação *lato sensu* em Desenvolvimento Sustentável do Semiárido com Ênfase em Recursos Hídricos.

A distribuição espacial da infraestrutura do *Campus* está dispersa numa área de 183 hectares, com edificações esparsas umas das outras. Para interligá-las a instituição conta com estradas pavimentadas com asfalto, cuja declividade apresenta-se adequada para a captação de água de chuva para fins não potáveis, através do escoamento em sua superfície e armazenamento em cisternas de produção.

A malha asfáltica foi mensurada com o auxilio de GPS de Navegação (ETREX VISTA HCx), com precisão aproximada de 4 a 5m, utilizando a técnica do caminhamento com o receptor na função "*trajetos*", percorrendo as áreas com potencial de captação no interior do *Campus*. A medição indicou um comprimento linear total de 2.010m. Já a medida da largura foi obtida através da média aritmética de seis repetições de medidas em pontos diferentes ao decorrer da malha, obtendo-se 6,11m de largura. Com isso a área total de captação da malha asfáltica é de 12.281,10m².

Devido às disparidades na declividade do terreno foi necessário dividir a captação em quatro áreas distintas (Figura 1), às quais abastecerão quatro possíveis reservatórios (R): R1 com 3.745,43m², R2 com 2.902,25m², R3 com 3.299,4m² e R4 com 2.334,02m².

Figura 1. Representação do sistema de captação de água em piso de asfalto de acordo com a declividade do terreno no IF Baiano *Campus* Senhor do Bonfim

Para analisar a viabilidade de captação de água de chuva, dados pluviométricos de séries históricas devem ser observados e armazenados em bases georreferenciadas, assim como o coeficiente de escoamento superficial da área de captação (Santos *et. al.*, 2012). Nesse trabalho, observou-se a média histórica de precipitação de 824 mm dos últimos 30 anos, e um coeficiente de escomanto superficial de 0,85, valor proposto por (Villela e Matos, 1980).

Para determinação do volume de água de chuva pelas áreas de captação da malha asfáltica do *Campus* utilizou-se a equação matemática proposta por Villela e Matos, (1980), que leva em consideração o coeficiente de escoamento, a média pluviométrica anual da região e a área de captação.

$$AC = \left(\frac{V}{PxC}\right) x1000 \quad (1)$$

em que:

AC - área de captação, m²;

V - volume total do reservatório, m³;

P - precipitação média anual, mm;

C - coeficiente de escoamento superficial, adimensional.

A água armazenada nos reservatórios será utilizada para fins não potáveis, ou seja, para a irrigação de hortaliças e a criação de animais de pequeno e médio porte. Para fins de irrigação, Santos *et al.* (2012) ressalta que para o agricultor aspirante à prática de uma agricultura irrigada, sobretudo com água captada de chuvas, é fundamental o conhecimento do tamanho da área a ser irrigada, a estimativa da evapotranspiração das culturas (ETc), a duração média do ciclo produtivo dos cultivos, além de conhecer o potencial de captação da sua propriedade. Para se determinar a área máxima possível de ser cultivada com o uso da tecnologia da irrigação utiliza-se a equação 2, que leva em consideração o volume máximo de água armazenada, a eficiência da irrigação e a ETc (evapotranspiração da cultura).

$$Amáx = \frac{\text{Varm}.\ \text{Ea}}{\text{Etc}.10} \quad (2)$$

em que:

Amáx - corresponde à área máxima possível de ser cultivada com uma cultura em condição irrigada com água captada de chuva, em ha;

Varm - volume máximo de água de chuva possível de ser armazenado, em m³;

Ea - eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação a ser utilizado, em decimal;

ETc - evapotranspiração da cultura, por ciclo (para culturas de ciclo curto) ou por ano (para culturas de ciclo longo), em mm.

Para estabelecer a criação de animais com segurança no semiárido tem-se que levar em consideração o abastecimento das instalações, por se tratar de uma região com irregularidade e má distribuição pluviométrica, visto que, como volume potencial de água captado e o consumo diário de água por animal é possível se determinar a quantidade de animais que podem ser criados em função do consumo anual destes, como relacionado na equação 3:

$$\text{ND} = \frac{PC}{CA} \quad (3)$$

em que:

ND – Número de animais;

PC – Potencial de captação de água de chuva, L;

CA – Consumo anual de água por animal, L.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água captada pela malha asfáltica é considerada não potável por agregar a sua composição restos vegetais, sedimentos, possibilidade da presença de resíduos sólidos diversos, dentre outros resíduos. Com isso, esta deve ser destinada para atividades como a manutenção de canteiros produtivos, na irrigação de canteiros de jardim, na irrigação de forrageiras,na limpeza de setores produtivos (como a pocilga, por exemplo) e na utilização na criação de animais de pequeno e médio porte.

Essa água deve ser aproveitada para atividades, prioritariamente, de menor exigência em relação a qualidade, sendo que, o seu uso deverá atender as exigências qualitativas estabelecidas na resolução 357/2005 do CONAMA. Portanto, a implantação de um programa de monitoramento da qualidade dá água das Cisternas de Produção é fundamental, principalmente para irrigação de hortaliças consumidas cruas, enquadradas na classe 1 (maior exigência) da resolução 356 do CONAMA, e plantas frutíferas e de jardins, enquadradas na classe 2. A irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, assim como a dessedentação de animais, são enquandradas na classe 3 (menor exigência).

Sendo assim, em função da distribuição espacial das atividades produtivas e pedagógicas do *Campus*, a água a ser captada pelo reservatório (1) poderá ser utilizada, entre outras atividades, na irrigação de canteiros produtivos, o reservatório (2) para, por exemplo, a criação de aves, e os reservatórios (3) e (4), são sugeridos para o subsídio da produção de caprinos, desde que a qualidade da água atenda os parâmentros exigidos pelo CONAMA.

O potencial de captação de água de chuva do reservatório (1) é de 2.633,30m³, admitindo que esse volume será utilizado para irrigar canteiros produtivos de Pimentão (*Capsicum annuum*), Cebola (*Allium cepa*) e Repolho (*Brassica oleracea*), assim, para a determinação do Varm de cada cultura seccionou-se o volume total em três partes iguais, disponibilizando assim o mesmo volume de água para cada cultura. Aplicando-se a equação 2 e valores de evapotranspiração das culturas propostos por Doorenbos & Kassan (2000), determina-se a área máxima de plantio para canteiros produtivos, considerando 95% a eficiência de aplicação de água, como ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1. Área máxima de plantio das culturas em canteiros produtivos

Cultura	ETC (mm)	Varm (m³)	EA	Área Max. de plantio (ha)
Cebola	450	874,43	0,95	0,18
Pimentão	750	874,43	0,95	0,11
Repolho	440	874,43	0,95	0,19

O potencial de captação para o reservatório (2) é de 2.032.735,90 litros/ano, com isso o volume será direcionado para a criação de galinha caipira, podendo substituir parcialmente o uso de água tratada no abastecimento dos animais. Segundo Lima & Pioczcovski (2010), uma ave de corte consome em media 0,16 litros de água por dia, sendo assim, tem um consumo estimado em 52,4 litros por ano, aplicando-se a equação 3 obtém-se o número de 38.792 animais em um ano.

Os reservatórios (3) e (4) somados irão subsidiar a criação de caprinos de corte. Lima & Pioczcovski (2010) afirmam que um animal consome até 5 litros diários, o que representa 1.825 litros por ano, portanto, levando em consideração que os reservatórios somados têm um potencial de captação de 3.945.647,37 litros de água. Aplicando a equação 3 podemos notar que o volume captado de água de chuva pode dar suporte à criação de aproximadamente 2.162 animais no período de um ano.

De posse dessas informações podemos disgnosticar um alto potencial de captação de água, tanto pela eficiência da tecnologia como pelo seu custo de implantação, que se baseia nas construções dos reservatórios que receberão a água de enxurrada e no monitoramento da qualidade.

CONCLUSÕES

O estudo realizado conclui que a malha asfáltica do *Campus* do IF Baiano em Senhor do Bonfim possui elevado potencial de captação de água de chuva para fins não potavéis.

A água de chuva captada no *Campus* poderá subsidiar a criação de animais de médio e pequeno porte, bem como a expansão de áreas irrigadas para cultivo de hortaliças e outros.

Este trabalho destacou o uso da água na irrigação de Pimentão (*Capsicum annuum*), Cebola (*Allium cepa*) e Repolho (*Brassica oleracea*) e uso na criação de de aves e caprinos, mas é importante frizar que outros usos são igualmente viaveis, como, por exemplo, na irrigação de forrageiras, limpeza de instalações e irrigação de jardins, que requisitam menor exigência em relação a qualidade da água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (processo no 562867/2010-4), pelo suporte ûnanceiro e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Senhor do Bonfim pela disponibilização da área de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, J. N. B. Águas superficiais no semiárido brasileiro: desafios ao atendimento aos usos múltiplos. In: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S.Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas: estudos e aplicações. Campina Grande-PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.p.249-268.

DOORENBOS, J.;KASSAM, A. H. O Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande-PB: UFCG, 2000. 306p.

GNADLINGER, J. Captação de água de chuva: uma ferramenta para atendimento às populações rurais inseridas em localidades áridas e semiáridas. In: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas, Campina Grande-PB: INSA, 2011. p.325-360.

LIMA, G. J. M. M.; PIOCZCOVSK,G. D. I. Água: principal alimento na produção animal. In: Simpósio Produção Animal e Recursos Hídricos, 2. Concórdia, 2010. Anais... Concórdia: Embrapa Pecuária Sudeste, 2010. CD Rom.

MALVEZZI, R. Semi-árido: uma visão holística. Pensar Brasil: Brasília, 2007. 140p.Disponível em http://portal.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/livros/Semi-%C3%81rido_uma_vis%C3%A3o_hol%C3%ADstica.pdf.Acessado em 01de julho de 2012.

SANTOS. D. B. *et. al.* Captação de água de chuva para fins agropecuários no semiárido. In: GHEYI, H. R. *et. al.* (Ed.). Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações. Campina Grande-PB: Instituto Nacional do Semiárido; Cruz das Almas-BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. p.75-98.

SILVA, P.C.G. *et.al.*. Caracterização do semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SÁ, I.B.; SILVA, P.C.G. (Ed.) Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, 2010. p.19-48.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1980.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS – MONITORAMENTO, MODELAGEM E MEDIDAS COMPENSATÓRIAS[1]

Antônio Marozzi Righetto[2], Levi Bernardo Ribeiro Neres[3], Júnia Kizzy Azevedo de Medeiros[3], Felipe Gilberto Ramos Dantas[3], Pedro Felipe Vicente Xavier[4], Raniere Rodrigues Melo de Lima[5] & Francisco Rafael Sousa Freitas[5]

Resumo: Os efeitos da urbanização apresentam profunda influência na qualidade das águas de escoamento urbano, como consequência da introdução de poluentes físicos, químicos e biológicos resultantes das várias atividades antropogênicas comuns em áreas urbanas. Através do conhecimento das relações quali-quantitativas características da drenagem pluvial, é possível estimar quais os volumes máximos com maior concentração de poluentes, para otimização do manejo e aplicação de medidas de segurança na captação, separação e do tratamento dessas águas. Entretanto, há o desafio de se conseguir modelar de forma clara a carga poluidora difusa com o processo de lavagem e transporte pelos deflúvios superficiais relacionando pluviogramas x hidrogramas x polutogramas. Desta forma, o presente estudo pretende: compreender e quantificar os processos hidrológicos, hidrossedimentológicos e de contaminantes; avaliação de parâmetros para a retenção de água dentro de lotes urbanos; e realizar a calibração e a validação dos modelos SWMM e MHU-UFRN para uma bacia piloto de drenagem urbana, localizada no bairro de Capim Macio (área urbana da cidade do Natal/RN), através do monitoramento das precipitações, vazões e levantamento de demais parâmetros adequados, da coleta sistemática de amostras de água provenientes do escoamento superficial com a avaliação das variáveis qualitativas: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fósforo Total, Óleos e Graxas, Sólidos Totais, Suspensos e Dissolvidos, pH, Turbidez, Condutividade Elétrica e Nitrato.

Palavras-chave: Águas pluviais; manejo; monitoramento; modelagem; controle na fonte.

INTRODUÇÃO

O termo água pluvial urbana refere-se às águas provenientes de precipitações atmosféricas que entram em contato com a superfície urbana. A problemática relacionada a essas águas pode ser caracterizada em dois eixos principais. O primeiro refere-se a aspectos quantitativos, relacionado basicamente com enchentes urbanas, que podem ser consequência da ocupação irregular de áreas ribeirinhas e/ou da urbanização desordenada associada a um sistema de drenagem urbana deficiente (TUCCI, 1995). O segundo aborda aspectos qualitativos, principalmente relacionados com as características do escoamento superficial que, por muito, pode impactar negativamente a qualidade dos corpos de água receptores.

De acordo com Porto (1995), por muito tempo a poluição de corpos de água associada à urbanização esteve quase que exclusivamente ligada ao lançamento irregular de efluentes domésticos e industriais não tratados. Porém mais recentemente ficou constatada a contribuição do escoamento superficial em áreas urbanas no processo de poluição de corpos d'água, ocorrendo basicamente o carreamento dos poluentes presentes na superfície urbana através da rede de drenagem.

A qualidade das águas pluviais urbanas está associada às características das superfícies na qual entram em contato durante o processo de escoamento, assim como o uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas (ERIKSSON *et al.*, 2007). Logo a qualidade da água que escoa nas áreas urbanas apresentam certas

[1] Projeto financiado pela FINEP / MCT / CNPq
[2] Professor Titular do Departamento de Engenharia Civil – UFRN (e-mail: righetto@ct.ufrn.br)
[3] Bolsista ITI – CNPq / Projeto MAPLU
[4] Bolsista AT– CNPq / Projeto MAPLU
[5] Bolsista DTI – CNPq / Projeto MAPLU

particularidades de região para região, podendo também apresentar variações dentro de uma mesma região em um determinado evento chuvoso (FERREIRA, 2008).

As fontes de poluição das águas pluviais urbanas são principalmente de origem difusa, ou seja, advém de atividades/processos que depositam poluentes de forma não pontual na superfície na qual estas águas entram em contato. Porto (1995), aponta como principais contribuintes para a poluição difusa em meio urbano a abrasão e desgaste das ruas pelos veículos, o lixo acumulado nas ruas e calçadas, resíduos orgânicos de animais, as atividades de construção, os resíduos de combustível, óleos e graxas deixados por veículos e poluentes do ar, entre outros.

Segundo Deletic (1997), as primeiras descargas do escoamento superficial geralmente apresentam as maiores concentrações de poluentes, sendo esse fenômeno conhecido como *fisrt flush*. Estas descargas seguem certo padrão, onde apresentam altas concentrações de poluente no inicio do evento e tendem a diminuir com a continuidade do evento chuvoso (FORSTER, 1996). Este fenômeno pode ser influenciado por diversos parâmetros, como a área da bacia, a porcentagem de área impermeável, a intensidade da precipitação e o período de tempo seco antecedente, tempo no qual os poluentes teoricamente aumentam a sua concentração na superfície urbana (LEE *et al.,* 2002).

A identificação desse processo tem importância nos casos em que se pretende reter o escoamento superficial urbano em bacias de detenção para o controle de carga poluidora a ser lançada no corpo receptor, considerando que grande parte da carga poluidora estará contida no volume inicial escoado (PRODANOFF, 2005). Conhecendo-se melhor tais características na drenagem pluvial, é possível estimar quais os volumes máximos com maior concentração de poluentes, para medidas de segurança na captação e para a otimização do tratamento dessas águas (OLIVEIRA, 2007). O controle da poluição que possa ser causada pelo *first flush* pode ser feito através de infiltração, filtração e detenção (TOMAZ, 2006).

Tradicionalmente, os modelos hidrológicos urbanos foram desenvolvidos para a simulação de cenários com vistas ao dimensionamento de micro e macrodrenagem. Há a necessidade de serem desenvolvidos modelos operacionais, que contenham mecanismos para a avaliação da confiabilidade bem como da calibração e validação de forma distribuída como se faz necessário nos estudos de manejo das águas pluviais urbanas. Quanto ao aspecto de qualidade, há o desafio de se conseguir relacionar de forma clara a carga poluidora difusa com o processo de lavagem e transporte pelos deflúvios superficiais. No controle das águas pluviais a nível de lote, experimentos precisam ser desenvolvidos a fim de viabilizar procedimentos eficazes para a retenção de água pluvial no lote e de liberação no caso de extravasamento.

Diante do exposto o presente trabalho objetiva avaliar a qualidade das águas pluviais urbanas ao longo do tempo, relacionando pluviogramas x hidrogramas x polutogramas; Desenvolver modelos operacionais, que permitam a avaliação da confiabilidade, calibração e validação de forma distribuída, e o estabelecimento de procedimentos que otimizem o controle das águas pluviais a nível de lote, à partir do levantamento de parâmetros adequados.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo será realizado em uma bacia de drenagem urbana, localizada no bairro de Capim Macio, área urbana da cidade do Natal/RN (Figura 1). A referia bacia apresenta uma área de aproximadamente 0,14 km², com cota máxima de 61,10 metros e mínima de 34,90 metros (exutório), sendo considerada uma bacia fechada, do ponto de vista hidrológico. A taxa de impermeabilização é de cerca de 78,32%, possuindo uma lagoa de detenção e infiltração no exutório, a qual recebe as águas pluviais das galerias e bocas de lobo através de uma tubulação de 0,80 m de diâmetro (RIGHETTO, 2009).

O padrão de ocupação é do tipo unifamiliar médio a alto, predominando lotes de 200m² (RIGHETTO, 2009). A maioria das ruas é revestida com paralelepípedos, existindo apenas uma rua com tráfego intenso a qual é coberta com asfalto, apresentando assim uma alta impermeabilidade.

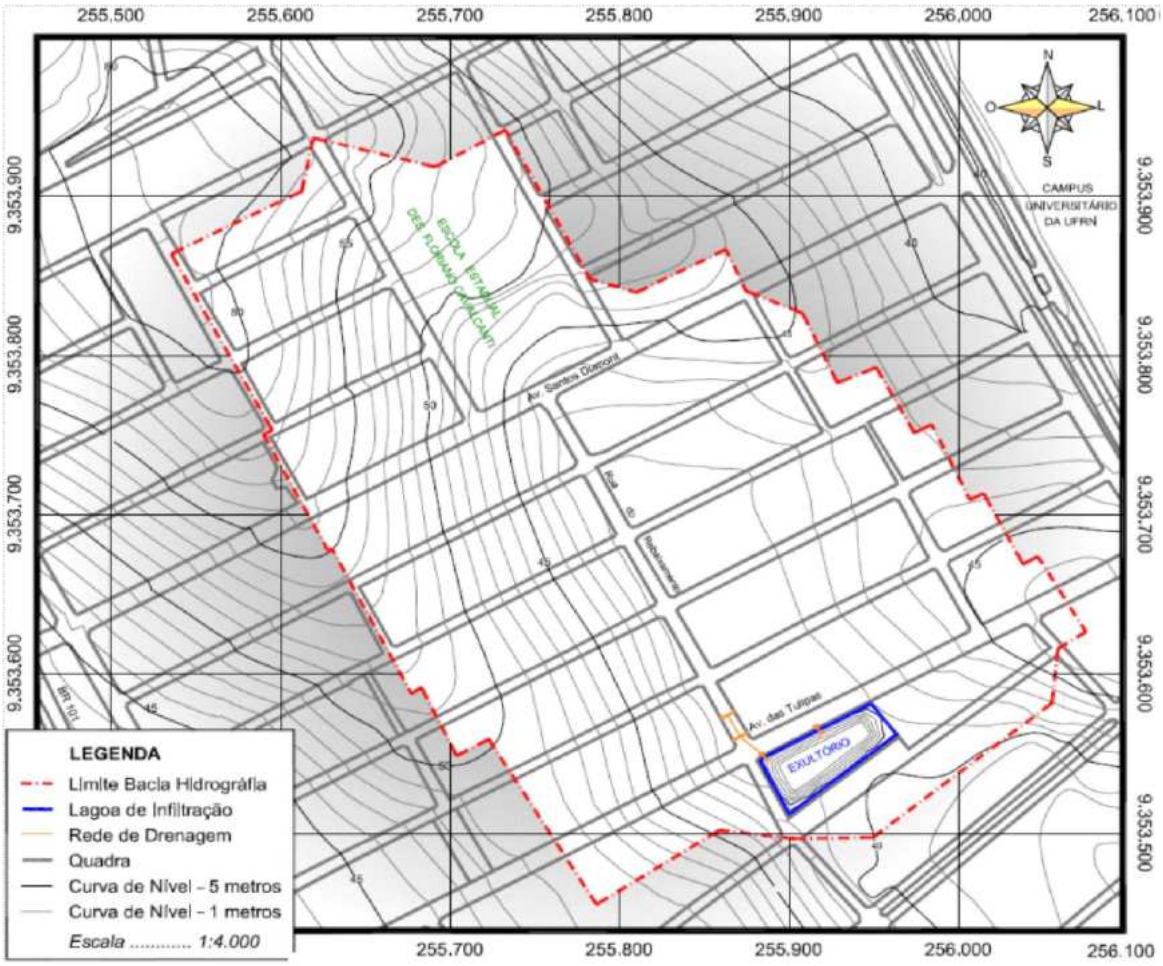


Figura 1. Delimitação da bacia de drenagem estudada

Para a obtenção das informações necessárias a modelagem do processo quali-quantivo na bacia (precipitações, vazões e variáveis de qualidade de água), estão sendo instaladas três estações pluviométricas distribuídas ao longo da bacia piloto; um medidor automático de efeito Doppler para medição da vazão; dois coletores automáticos modelo ISCO 6712 *full size* com 24 garrafas (Figura 2), e dois coletores manuais com cinco compartimentos para separação das águas de escoamento.

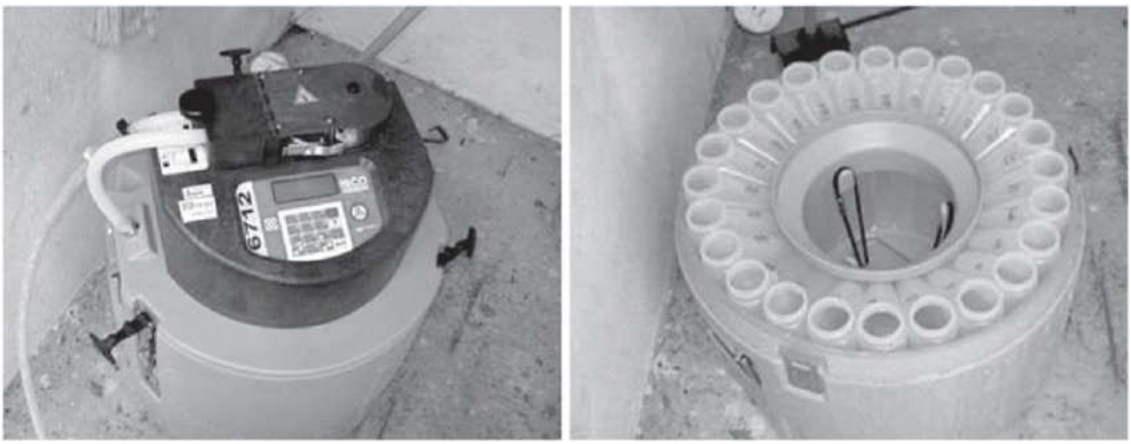


Figura 2. Amostrador automático (ISCO 6712) que será utilizado para coleta das amostras durante os eventos de precipitação (detalhe para a disposição das garrafas a direita) Fonte: (Righetto, 2009)

Os aspectos qualitativos das águas pluviais serão analisados através das seguintes variáveis: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fósforo Total, Óleos e Graxas, Sólidos Totais, Suspensos e Dissolvidos, pH, Turbidez, Condutividade Elétrica e Nitrato, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros monitorados, respectivos métodos e referências

Parâmetro	Método	Referência
Demanda Química de Oxigênio – DQO (mgO_2/L)	Titulométrico – Digestão por refluxação fechada	AWWA/APHA/WEF, 1998
Fósforo Total (mgP/L)	Espectrofotométrico – Digestão ácida com persulfato de potássio	Valderrama, 1981; Murphy & Rilley, 1962.
Óleos e Graxas (mg/L)	Gravimétrico – Extração em sohxlet com éter de petróleo	AWWA/APHA/WEF, 1992
Sólidos Totais (mg/L)	Gravimétrico - Secagem a 103° - 105°C	AWWA/APHA/WEF, 1998
Sólidos Suspensos Totais (mg/L)	Gravimétrico – Filtração a vácuo com membrana de fibra de vidro 0,45 µm de porosidade – Secagem a 103° - 105°C	AWWA/APHA/WEF, 1998
Sólidos Suspensos Voláteis e Fixos (mg/L)	Gravimétrico – Filtração a vácuo com membrana de fibra de vidro 0,45 µm de porosidade – Secagem a 103 - 105°C seguida de Ignição a 550 °C	AWWA/APHA/WEF, 1998
Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)	Gravimétrico – Secagem do filtrado, a 103° – 105°C	AWWA/APHA/WEF, 1998
Sólidos Dissolvidos Voláteis e Fixos (mg/L)	Gravimétrico – Secagem do filtrado, a 103° – 105°C seguida de Ignição a 550 °C	AWWA/APHA/WEF, 1998
Turbidez (UNT)	Nefelométrico	AWWA/APHA/WEF, 1998
pH	Sonda multiparamétrica	-
Condutividade Elétrica (µS/cm)	Sonda multiparamétrica	-
Nitrato (mg/L)	Sonda multiparamétrica	-

Os dados coletados serão analisados estatisticamente e utilizados para a modelagem, através de um modelo chuva-vazão-poluente que será desenvolvido neste projeto.

Paralelamente à execução dos procedimentos descritos, serão instalados equipamentos para avaliação do controle na fonte em três lotes típicos na cidade do Natal, compreendendo adequação de retenção de água no lote, armazenamento de água pluvial utilizável, medição do efluente e pluviometria em cada um dos lotes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo qualitativo das águas pluviais que escoam na superfície urbana é relativamente recente, principalmente nos países ditos em desenvolvimento, onde, devido a carências infraestruturais, o controle quantitativo, principalmente relacionado à mitigação de inundações urbanas, é quase que prioritário.

Contudo, as águas pluviais que escoam na superfície urbana podem acarretar impactos significativos aos corpos receptores, inviabilizando o seu uso aproveitamento para diversos fins e trazendo sérios prejuízos ao meio ambiente.

Desta forma, é de extrema importância o conhecimento da variação da qualidade da água de escoamento superficial ao longo do tempo em um dado evento chuvoso, de forma que possa se estabelecer um ponto de separação das primeiras águas (considerando-se que a maior parte da carga poluidora está concentrada no inicio do evento), para que seja otimizado o manejo, adotando-se medidas de separação e de aproveitamento dessas águas associado ao grau de qualidade requerido para usos como rega de pátios e jardins e a própria recarga de aquíferos, contribuindo para a sustentabilidade ambiental urbana.

Diante do exposto, espera-se ao final da pesquisa obter os seguintes resultados:

- Implementação da bacia piloto na cidade do Natal;

- Disponibilização do banco de dados na internet;
- Modelo SWMM e MHU-UFRN calibrado e validado para a bacia;
- Mapas temáticos da bacias (uso e ocupação do solo; relevo; pedologia; e mapas de sistemas de drenagem);
- Compreensão e quantificação dos processos hidrológicos, hidrossedimentológicos e de contaminantes na bacias, e avaliação de parâmetros para a retenção de água dentro de lotes urbanos;
- Vários cenários de precipitação e diferentes usos do solo na bacia, e com alternativas de controle na fonte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEATH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 18. ed. Washington D C. 1992.

AMERICAN PUBLIC HEATH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 20. ed. Washington D C. 1998.

DELETIC, A., 1997. The first flush load of urban surface runoff. *Water Research*, 32(8), pp.2462-2470.

FORSTER J. 1996. Patterns of roof runoff contamination and their potential implications on practice and regulation of treatment and local infiltration. *Water Science and Technology*, 33(6), pp.39 ± 48.

MURPHY, J. & RILLEY, J.P. 1962. A modified single-solution method for the determination of phosphate in natural waters. Analyt. Chim. Acta 27: 31-36.

OLIVEIRA, H. A. R. de. Qualidade da drenagem pluvial rural: rio Taquarizinho MS. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS, 2007.

PORTO, M. F. A., 1995. Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas. In: Tucci, C. E. M.; Porto, R. L.; Barros, M. T., 1995. Drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH/UFRGS.

PRODANOFF, J. H. A. Avaliação da poluição difusa gerada por enxurradas 683 em meio urbano. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de 684 Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

RIGHETTO, A. M. Manejo de águas pluviais urbanas. PROSAB. Rio de 689 Janeiro: ABES, 2009. 398p.

TOMAZ, P. Poluição Difusa. Editora Navegar, 2006. 1º ed.

TUCCI, C. E. M., 1995. Inundações urbanas. In: Tucci, C. E. M.; Porto, R. L.; Barros, M. T., 1995. Drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH/UFRGS.

TUCCI, C.E.M., 2009. Blog do Tucci: recursos hídricos e meio ambiente. Available at: http:// http://rhama.net/wordpress/?p=116 [Accesso Mai 11, 2012].

VALDERRAMA, J. C. 1981. The simultaneous analysis of total N and total P in natural waters. *Mar. Chem.* 10: 109 – 122.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

CRESCIMENTO INICIAL DO GIRASSOL SOB SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA "IN SITU" E ADUBAÇÃO ORGÂNICA

José Alberto Calado Wanderley[1], Carlos Alberto Vieira de Azevedo[2], Marcos Eric Barbosa Brito[3], Pedro Dantas Fernandes[2], José da Silva Sousa[4] & Francisco Cássio Gomes Alvino[5]

Resumo: O girassol é de grande importância econômica, principalmente devido o óleo extraído de suas sementes, como também expressa potencialidade no uso forrageiro, podendo ser cultivado na região semiárida nordestina, onde se caracteriza pelas irregularidades das chuvas, todavia, o cultivo pode ser limitado pela baixa disponibilidade hídrica e adubação inadequada, nesse sentido, objetivou-se avaliar o crescimento inicial do girassol sob sistema de captação de água e adubação orgânica. O experimento foi instalado em campo, da UFCG, Campus de Pombal, onde foram testado, em DBC, fatorial 4 x 5, sendo quatro sistemas de cultivo: camalhão, sulco e bacias, constituindo-se em técnicas de captação de água, mais uma testemunha denominada de sem técnica; combinadas a cinco níveis de esterco (0 - 2,5 – 5 - 7,5 e 10 L m^{-2}), em seis repetições. Aos trintas dias após a semeadura, realizou-se uma avaliação: diâmetro de caule ao nível do solo, altura de planta, e número de folhas. Constatou-se que aos trintas dias após a semeadura, que a dose de esterco em 2,5 L m^{-2} proporcionou o melhor resultado para o diâmetro de caule, e 5L m^{-2}, o maior numero de folha, sendo a altura de planta a variável que não sofreu influência dos tratamentos estudados.

Palavras-chave: Sulcos, camalhões, bacias e esterco.

INTRODUÇÃO

A cultura do girassol (*Helianthus annuus L.*) pertence à família das Asteráceas, originária da América, atualmente é cultivado em todos os continentes, o que se deve à excelente qualidade do óleo que é extraído dos aquênios. No Brasil, é notável o crescimento do cultivo de girassol. Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2001) mostram que no ano de 2001 havia 52,6 mil hectares de área cultivada com girassol no Brasil. Já em 2010, a área colhida foi de 78,4 mil hectares, com uma produtividade de 1,254 t ha^{-1}, conferindo ao Brasil a vigésima sétima colocação mundial entre os países produtores (FAO, 2011). De acordo com Santos Júnior et al., (2011), trata-se de uma cultura de alto valor comercial, encontrando-se em evidência no mercado, devido seu potencial agronômico de aproveitamento de todas as partes da planta. Dentre esses o aproveitamentos, destaca-se a produção de forragem como alternativa (Nobre et al., 2008). Para o primeiro autor, tais fatos, tem ocasionado o interesse de diversos produtores e pesquisadores de diversas regiões do Brasil, em busca de novas tecnologias, que impulsionem o aumento na produção desta cultura.

Acredita-se que, dentre estas alternativas, o sistema de captação de água *in situ*, que consiste na modificação da superfície do solo de modo que o terreno entre as fileiras de cultivo sirva de área de captação, viabilize a produção em áreas com limitação hídrica. Notadamente em áreas que apresentam uma inclinação que intensifica o escoamento superficial, sendo que as técnicas podem proporcionar, ao mesmo tempo, o direcionamento da água para a porção do solo explorada pelo sistema radicular da planta (Porto et al.,1990).

Aliado a estas técnicas, o uso de material orgânico pode favorecer a conservação da água, visto que, com o uso frequente de resíduos orgânicos nas plantações, consegue-se, ao longo de alguns anos, melhoria na qualidade física do solo, com aumento da água disponível, além de favorecer a diminuição na aplicação de

[1] Mestrando em Engenharia Agrícola-Universidade Federal de Campina Grande, (UFCG), Campina Grande – PB Rua Vicente de Paula Leite, 352, CEP: 58840-00, Pombal-PB-Brasil, Tel. (83) 991239112, E-mail: alberto_agronomo@hotmail.com
[2] Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB
[3] Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB
[4] Eng. Agr. UFCG, Msc. Agronomia, UFPB, CCA, Areia,PB
[5] Graduando em Agronomia, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB

adubos minerais, melhorando a qualidade do solo, atuando como condicionadores (Silva, 2008).Uma das maneiras de identificar se os fatores abióticos que interferem nos processos vitais dos vegetais, estão presentes adequadamente, é a quantificação das medidas de crescimento, pois, de acordo com Bennicasa et al., (2003), a análise de crescimento está relacionado com atividade fotossintética, pois, 90% da matéria seca acumulada ao longo do crescimento, é proveniente deste processo.

Deste modo, objetivou-se quantificar o crescimento inicial do girassol, cultivado sob técnicas de captação de água *in situ* e aplicação de diferentes níveis de esterco bovino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, entre os meses de abril a maio de 2012, em uma área localizada no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal – PB.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em um esquema fatorial 4 x 5, com seis repetições, onde no primeiro fator constou de técnicas de captação de água, correspondendo aos camalhões, sulcos e bacias, mais uma testemunha, caracterizada como sem técnica, no segundo fator foram testados cinco níveis de esterco bovino (0,0; 2,5; 5; 7,5 e 10 L m^{-2}), totalizando, assim, 120 parcelas experimentais, com unidade experimento disposta em uma área de 6 m^2.

As estruturas para captação de água foram preparadas após aração na camada de 0 a 30 cm, com uso de uma enxada, quando se confeccionou os camalhões em uma altura de 40 cm, o solo utilizado foi proveniente da abertura dos sulcos, que intercalaram os camalhões espaçados a 1 m distância um dos outros. As bacias foram preparadas com formato quadrada, com uma área de 1 m^2 cada, para formação das bordas puxou-se solo do centro da bacia.

Com a confecção das estruturas para captação de água, procedeu-se a distribuição do esterco conforme tratamentos, incorporado-os a uma profundidade de 20 cm; após estes procedimentos, a área ficou em repouso por trinta dias.

Com a finalidade de simular as chuvas, devido a incerteza da ocorrência das precipitações, instalou-se um sistema de irrigação por aspersão convencional, com cinco aspersores de precipitação média de 4 mm em cada hora de irrigação.

Realizou-se semeadura direta do girassol no dia 25 de abril, usando-se a variedade EMBRAPA 122/v-2000, na razão de três sementes por covas, em um espaçamento de 0,5 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, promovendo uma densidade de 4 plantas em cada m^2, ou 40.000 plantas por ha. Com quinze dias após a semeadura, realizou-se o desbaste, deixando-se uma planta em cada cova. Da semeadura até o desbaste, aplicou-se uma lâmina diária de 4 mm, em seguida adotou-se um intervalo de irrigação de sete dias, aplicando uma lâmina de 40 mm por semana de modo a atender parte da demanda hídrica da cultura.

Para o monitoriamente da umidade do solo foram instalados 60 tensiômetros com manômetros de mercúrio a 20 cm de profundidade; cada aparelho respondeu por duas parcelas de tratamentos similares, as leituras, em centímetros de coluna d'água, foram ajustadas a equação da curva característica do solo (Figura 1), obtida a partir de análise físico hídrica de amostra de solo indeformada.

Da semeadura ao desbaste contabilizou-se uma lâmina acumulada de 60 mm, do desbaste até a quantificação do crescimento, aos 30 dias após a semeadura (DAS), realizou-se duas irrigações de 40 mm, em função desse manejo, e sem a ocorrência de chuvas nesse período, a umidade média observada em cada tratamento pode ser observada na Figura 2.

Aos trintas dias após a semeadura (DAS) realizaram-se, em quatro plantas por parcela, as seguintes avaliações não destrutivas de crescimento: Diâmetro de caule (mm), ao nível do solo, com uso de um paquímetro digital; Altura de planta (cm), medida do solo até a inserção da última folha, fazendo-se uso de fita métrica e, pela contagem, determinou-se o número de folhas.

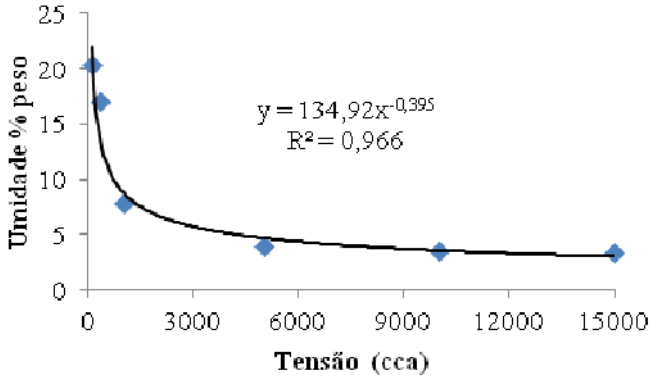


Figura 1. Curva Característica do solo, utilizada na determinação da umidade em percentual de com base no peso, nos tratamentos estudados, Pombal-PB, Maio de 2012

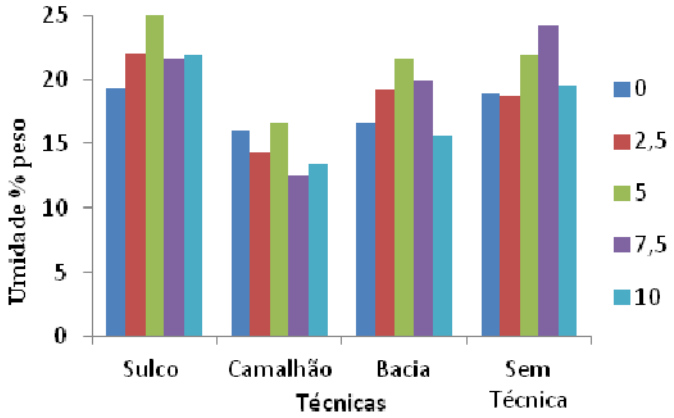


Figura 2. Umidade (%) média em base de peso, observada entre o desbaste e a avaliação de crescimento, em função das Técnicas de Captação de Água in situ e Niveis de Esterco estudados, através da tensiometria .Pombal-PB, Maio de 2012

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância, em caso de efeito significativo em função das técnicas, procedeu-se o teste de Tukey e, para o fator esterco e interações as regressões polinomiais (linear e quadrática), com base em metodologia contida em_Ferreira (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância (Tabela 1), constatou-se efeito significativo, a nível de 1%, para as variáveis diâmetro de caule e número de folhas, sendo o primeiro, apenas em função dos níveis de esterco, já o segundo houve diferença entre técnicas e efeito dos níveis de esterco, porém não havendo efeito quando as fontes de variações foram analisadas de forma integradas (interação).

Desse modo, podemos observar comportamento similar para a variável altura de planta, não havendo variação significativa em nenhum dos tratamentos estudados; estes resultados para altura de plantas, não confirmam os dados observados em Leite et al., (2012), quanto estudaram o crescimento de plantas de girassol aos 30 DAS, sob as mesma técnicas de captação de água aqui testadas, exceto os níveis de esterco, já quando os autores avaliaram o crescimento aos 75 DAS, verifica-se que o resultado corrobora com os encontrados nesta pesquisa, não havendo diferença para altura de planta entre as técnicas estudadas.

Com o desdobramento, aos 30 DAS, através da análise de regressão (Figura 3), verifica-se o menor resultado para o diâmetro de caule, obtido quando não se aplicou esterco, e quando esse resultado foi em função da maior dose, sendo essa ainda maior. Já a maior média foi de 8,455 mm em função de 2,5 L m^{-2}, esse resultado

Tabela 1. Resumo da análise de variância para diâmetro de caule (Diam) (mm), Altura de planta (Alt) (cm) e número de folhas (NF) medidas aos 30 DAS em função das técnicas de captação de água in situ (Técnicas) e níveis de esterco (Adubação orgânica) para a cultura do Girassol. Pombal, PB, 2012

Fonte de Variação	GL	QM		
		Diam (mm)	Alt (cm)	N F
Técnicas	3	3,0422^{ns}	25,4463^{ns}	50,9638**
Esterco	4	12,6574**	26,3615^{ns}	17,7833**
Bloco	5	17,5767**	141,5799**	0,9083^{ns}
Técnicas X Esterco	12	2,6476^{ns}	29,3440^{ns}	1,5055^{ns}
Resíduo	95	2,2957	30,9668	2,8100
CV %		19,23	23,52	12,36
Média		7,8810	23,6550	13,5583

GL = grau de liberdade, ns = não significativo, ** = significativo a 1% de Probabilidade, * significativo a 5% de Probabilidade

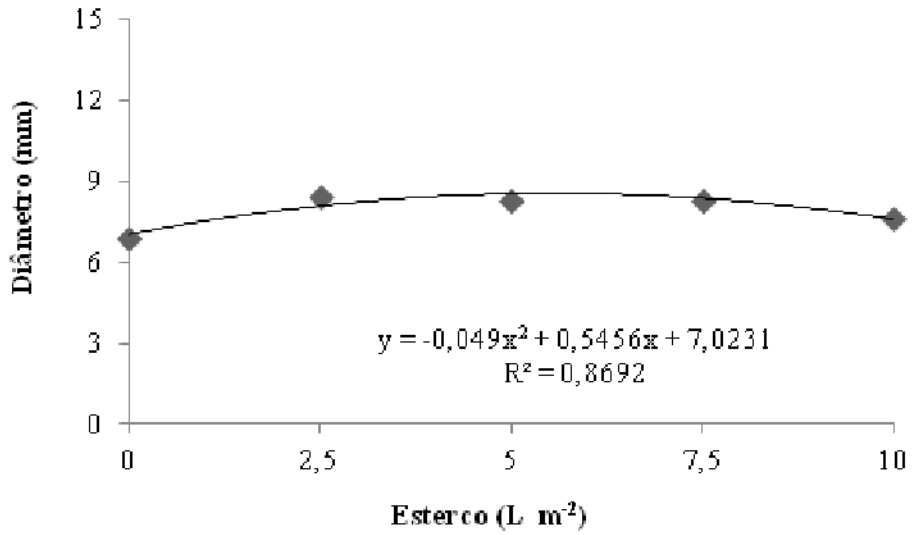


Figura 3. Análise de regressão quadrática, aos 30 DAS para a variável diâmetro de caule (Diam) (mm), em função dos níveis de esterco estudado, para a cultura do Girassol Pombal-PB, maio de 2012

se manteve praticamente igual, a medida que se elevou o nível de esterco no solo até 7,5 L m^{-2}, apresentando uma suave diminuição para 8,29 mm.

Ao se analisar, o efeito ocasionado pelas técnicas na variável número de folhas, através do Teste de Tukey (Figura 4), constatou-se, aos 30 DAS, que nas plantas cultivadas nas técnicas bacia e sulco ocorreram uma diminuição no número de folhas quantificadas, sendo este último tratamento aquele que apresentou a menor média para o número de folhas, pois podemos afirmar isso, em virtude do tratamento sem técnica, o tratamento que proporcionou_a maior média para essa variável, como média de 15 folhas por planta avaliada, sendo a técnica camalhão, aquela que mais se aproximou com 14 folhas em relação a sem técnica, inclusive ambas não se diferem estatisticamente em nível de 1%. Diferentemente dos resultados encontrados por Leite et al., (2012), quando estudou a mesma cultura, sob os mesmo tratamento, não constaram diferença significativa no numero de folhas.

Com a análise de regressão (Figura 5), para os valores de número de folhas, em função dos níveis de esterco, podemos observar que o maior número, foi obtido para a dose de 5 L m^{-2}, atingindo a média de 14,583 folhas em cada planta avaliada, resultado bem próximo, temos para 2,5 L m^{-2}, resultando em 14, 04 folhas, ficando com 2 folhas a mais, em relação as plantas que cresceram sob a ausência e na dose máxima estudada de esterco bovino no solo.

Desta forma, a aplicação de esterco no solo, proporcionou um aumento significativo no numero de folhas a partir de 2,5 a 5 m L^{-2}, e diminuindo com maiores e menores concentrações de esterco de natureza bovino.

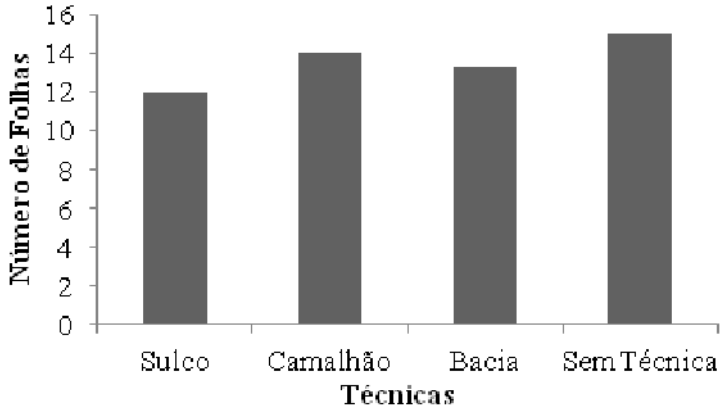


Figura 4. Teste de Tukey a 1% de probabilidade, aos 30 DAS para a variável Número de folhas (NF), em função das técnicas de captação de água in situ (Técnicas) para a cultura do Girassol, Pombal, PB, 2012

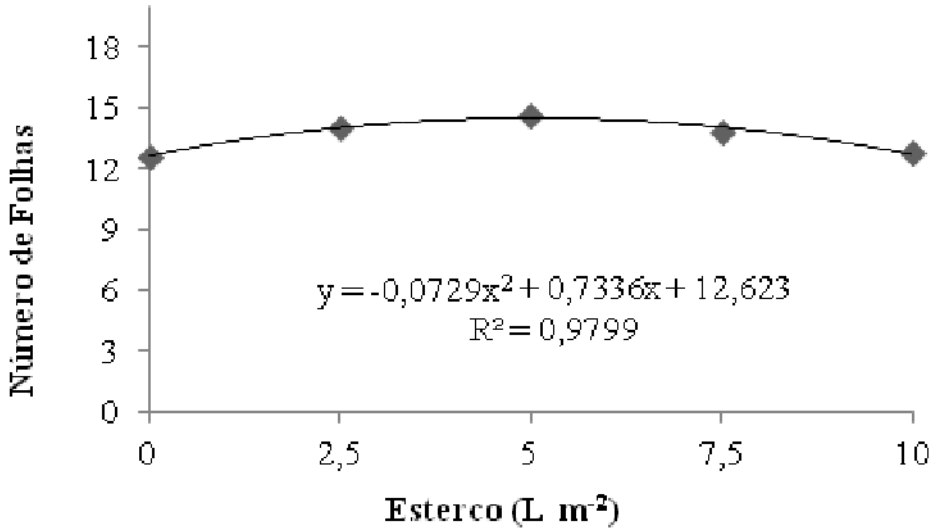


Figura 5. Análise de regressão quadrática, aos 30 DAS para variável Número de folhas (NF), em função dos níveis de esterco estudado, para a cultura do Girassol, Pombal-PB, maio de 2012

CONCLUSÕES

As plantas de girassol, não apresentam crescimento diferenciado em altura aos 30 dias, em função das técnicas de captação de água e doses de esterco estudadas.

As doses de 2,5 L m^{-2} e 5 L m^{-2}, proporcionaram nos melhores resultados em diâmetro de caule e número de folhas respectivamente.

AGRADECIMENTOS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benincasa, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNESP, 2003. 41p. cap.32, p.1.

Conab-Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: http: // www.conab.gov.br/conabweb/ Acesso em: Junho de 2012

Fao, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011.Disponível em < http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>, acesso em 15 junho de 2011.

Ferreira, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 2ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/ EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.

Leite, D. T. brito, M. E. B. Fernandes, P. D. Barreto, C. F. Wanderley, J. A.C. Alvino, F. C. Crescimento do girassol cultivado sob técnicas de captação de água da chuva in situ. ln. I Inovagri International Meeting e IV Winotec. 2012, Fortaleza, Ceará, Disponivel em: http://www.inovagri.org.br/meeting/wp-content/uploads/2012/06/Protocolo131.pdf, acesso em 15 de junho de 2012

Nobre, R. G.; Andrade de, L. O.; Soares, F. A. L.; Gheyi, H. R.; Figueiredo de, G. R. G.;Silva, da L. A.; Vigor do girassol (Helianthus annuus L.) sob diferentes qualidades de água. **Educação Agrícola Superior**, v. 23, N. 01, p. 58-60, 2008.

Porto, E. R.; Vivallo Pinare, A. G. ; Williams Fuentes, C. O. ; Silva, A. S. ; Lopes, L. H. O. Pequenos Agricultores V: métodos de execução de sistemas integrados de produção agropecuária (SIP). Petrolina: EMBRAPA, 1990.

Santos Júnior, J. A.; Gheyi, H. R.; Guedes Filho, D. H.; Dias, N. S. Soares, F. A. L.; Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de Salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 842-849, out-dez, 2011

Silva, L. S. da; Canellas, L. P.; Camargo, F. A. de O. Fundamentos de matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Metrópole, 2008.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

HIDROQUÍMICA DA ÁGUA PLUVIAL CAPTADA EM BACIA HIDROGRÁFICA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: O CASO DO RIO DAS COBRAS, RN[1]

Alexandre de Oliveira Lima[2], Nildo da Silva Dias[3], Priscila Regina de Aragão Rêgo[4], Miguel Ferreira Neto[3], José Amilton Santos Júnior[5] & Francisco Pinheiro Lima-Filho[6]

Resumo: As características hidroquímicas das águas pluviais quando captadas pelas bacias hidrográficas em regiões semiáridas é uma informação importante para o manejo e gestão dos recursos hídricos de uma bacia. Deste modo, esta pesquisa buscou identificar as características hidroquímicas e avaliar a origem da entrada dos íons na água de chuva após ser captada na sub-bacia do rio das Cobras, RN, utilizando amostras coletadas no final do período seco e chuvoso dos anos hidrológicos de 2009 e 2010, em treze açudes, sendo três no rio principal e dez entre os afluentes, ou seja, pontos representativos de toda a área e litologia da sub-bacia. Investigaram-se os parâmetros físico-químicos: CE, RAS, SDT, Dureza, Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+}, K^{+}, Cl^{-},HCO^{-}_{3}, SO^{-}_{4}, NH_4, e o comportamento dos resultados analisou-se de forma espacial e sazonal utilizando os diagramas de PIPER; a origem dos íons foi analisada utilizando o diagrama de Gibbs. Em relação à qualidade da água, verificou-se a predominância de águas sódicas (82%) e bicarbonatadas (76%); o principal mecanismo controlador da salinidade do rio está relacionado à interação das partículas coloidais (sedimentos orgânicos e minerais) com os íons dissolvidos na água.

Palavras-chave: Seridó, água de chuva, captação in situ e núcleo de desertificação.

INTRODUÇÃO

A hidroquímica da água superficial captada em eventos de precipitação é influenciada por muitos fatores, incluindo a regularidade da pluviometria, contexto geológico e fatores antropogênicos relacionados à inclusão de materiais orgânicos (Yiadana, 2009) e poluição com insumos químicos (agrotóxicos e herbicidas) utilizados na agricultura. No caso de regiões semiáridas, a influência do clima envolve fortemente as altas taxas de evaporação e grande variabilidade climática em curtas distâncias.

Os elementos que caracterizam os processos químicos nos sistemas hidrogeológicos das regiões semiáridas são (Na^{+}, K^{+}, Ca^{++}, Mg^{++}, Cl^{-}, SO_4^{-2}, HCO_3^{-} e CO_3^{-}), por serem quase sempre presença majoritária (Deustch, 1997) e influenciarem diretamente a utilização das águas pela população, sua gestão e o manejo dos recursos hídricos captados nas bacias hidrográficas.

No conjunto das diversas sub-bacias, que compõem a bacia hidrográfica Piranhas-Açu (RN e PB), existentes na região Seridó do Rio Grande do Norte e integrantes do núcleo de desertificação do Seridó, destaca-se a do Rio das Cobras, RN, em cuja área está prevista, dentro do Projeto de Convivência com o Semiárido Potiguar (PSP) executado pelo Governo do estado pela Secretária Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH, 2009), com financiamento do Banco Mundial, a implantação de um conjunto de pequenas obras hidro-ambientais, que terão como meta melhorar o acesso a água das populações rurais residentes nesta sub-bacia; no entanto, atualmente, a execução deste tipo de obras é realizada sem qualquer estudo técnico prévio, que subsidie a escolha dos locais e sugira quais medidas preventivas devem ser adotadas, visando à utilização racional dos recursos hídricos pluviais captados na referida sub-bacia.

[1] Este trabalho é parte integrante da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

[2] Doutorando do Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica - PPGG/UFRN. alexandrelimarn@gmail.com.br
[3] Professor doutor da Universidade Federal Rural do Semiárido, UFERSA
[4] Engenheira Agrônoma INCRA/RN- SR 19
[5] Doutorando em Engenharia Agrícola, DEAg/UFCG. Instituto Nacional do Semiárido, INSA/MCTI. eng.amiltonjr@hotmail.com
[6] Professor Associado II - Departamento de Geologia /UFRN. fplf@gmail.com

Deste modo, no presente trabalho buscou-se identificar as características hidroquímicas e avaliar a origem da entrada dos íons na água de chuva após ser captada na sub-bacia do rio das Cobras, RN, no tempo e no espaço, visando à geração de informações que subsidiem a gestão e o manejo da água captada na sub-bacia do Rio das Cobras, RN.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da sub-bacia do Rio Cobras

O estudo foi realizado na sub-bacia do Rio das Cobras, RN, parte integrante da bacia hidrográfica Piranhas-Açu, a qual ocupa uma área de 159,13 Km² (Figura 1A) pertencente ao domínio territorial dos municípios de Parelhas, Carnaúba dos Dantas e Jardim do Seridó, no Estado do RN.

O período da expectativa de chuva se estende de janeiro a maio, com uma precipitação média anual de 612,4 mm, temperatura média 26,1 °C, com mínima de 21,2 °C e máxima de 32,0 °C, onde apresenta uma evapotranspiração potencial de 1.552,40 mm ano^{-1} (SEMARH, 2009).

Esse regime hídrico, associado a outros parâmetros climatológicos, confere a região uma rede de drenagem composta por rios intermitentes, onde o fluxo de água superficial só existe em um pequeno número de dias dentro do período de ocorrência das chuvas.

Com relação aos aspectos geológicos, a sub-bacia é composta por rochas metamórficas do embasamento cristalino da Faixa Seridó, localizadas no extremo nordeste da Província Borborema; a litologia dominante é composta por micaxistos feldspáticos ou aluminosos de fácies de médio a alto grau metamórfico, representada notadamente por biotita xistos granadíferos, podendo conter estaurolita $(Fe,Mg)_2Al_9O_6[SiO_4]_4(O,OH)_2$, cianita, andalusita, cordierita $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ e sillimanita Al_2SiO_5, com sítios restritos de fácies de baixo grau metamórfico, constituídas preferencialmente por sericita-clorita-biotita xistos, podendo conter sericita-clorita xistos, filitos e metassiltitos (Angelim, 2007).

Coleta de amostras e variáveis analisadas

Para realização da caracterização hidroquímica foram selecionados treze pontos para amostragem, distribuídos em açudes localizados ao longo de toda da sub-bacia, sendo três ao longo rio principal e dez em afluentes (Figura 1B), de forma abranger todas as litologias existentes na região de estudo.

A. B.

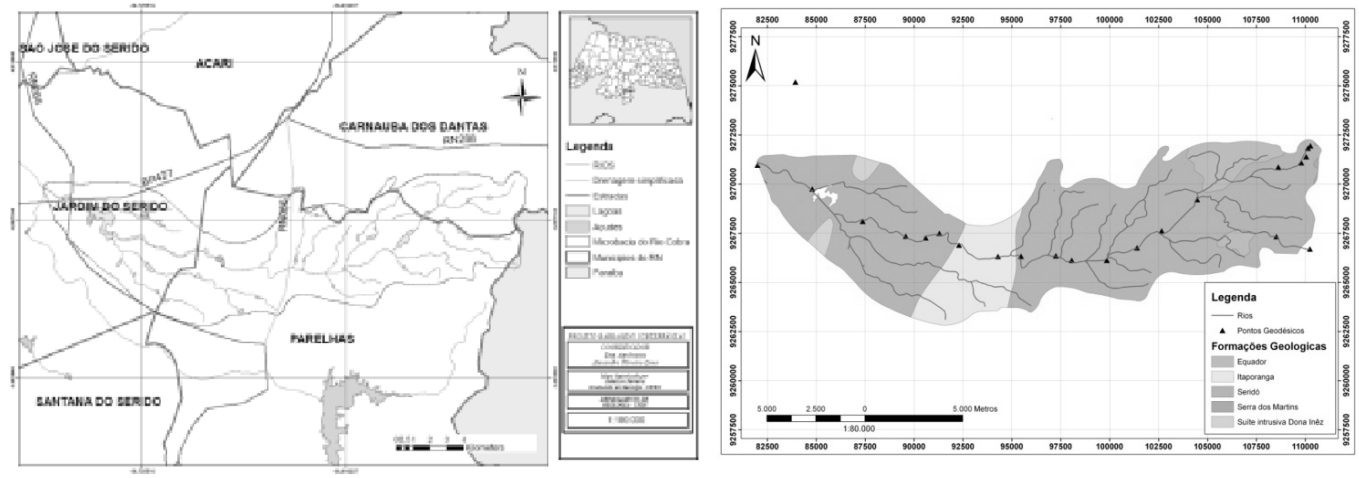


Figura 1. Área de abrangência da sub-bacia do Rio das Cobras (A) e localização dos pontos de coleta de água e área de abrangência das litologias existentes ao longo da sub-bacia do Rio das Cobras, RN (B)

As amostras foram coletadas em dois períodos distintos (final dos períodos secos e chuvosos), Figura 2, de cada período hidrológico durante os anos de 2009 e 2010, totalizando 4 momentos de coleta. Em função de alguns açudes terem secado no final do período chuvoso e seco do ano de 2010 não foi possível amostrar todos os pontos, totalizando 50 análises (Tabela 1). O critério de amostragem dos açudes foi determinado de forma a abranger espacialmente a maior parte da área, além de envolver todas as litologias existentes na sub-bacia.

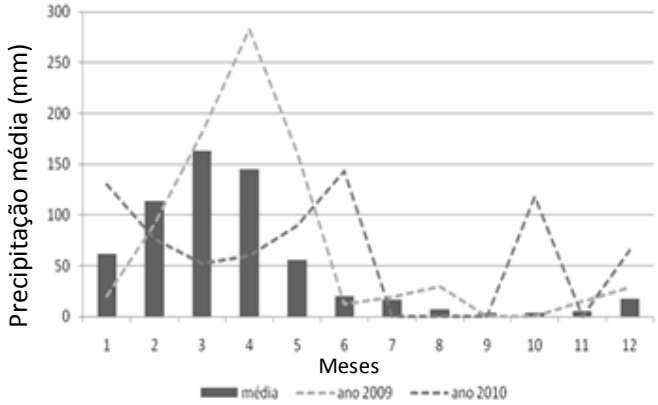


Figura 2. Precipitação média observada na área da sub-bacia do Rio das Cobras - comunidade de Currais Novos - município de Jardim do Seridó/RN nos ano de 2009 e 2010

Tabela 1. Valores máximos, médios e mínimos de amostras de águas coletadas nos anos hidrológicos de 2009 e 2010 na sub-bacia do Rio das Cobras/RN

Parâmetros	Coleta 1 (final chuva - 2009)			Coleta 2 (final seca - 2009)			Coleta 3 (final chuva - 2010)			Coleta 4 (final seca -2010)		
	Máx.	Mín.	Média	Max.	Mín.	Média	Max.	Mín.	Média	Max.	Mín.	Média
pH	8,20	7,00	7,60	8,50	7,40	8,06	8,80	7,00	7,69	8,50	4,70	7.28
CE (dS m^{-1})	0,55	0,99	0,23	1,00	0,150	0,41	1,89	0,16	0,65	2,42	0,22	0,76
SDT (mg L^{-1})	364,00	38,80	138,23	557,20	85,20	238,49	1.180,00	92,00	405,32	1.694,00	126,80	491,58
D.Total (mg L^{-1})	119,98	30,24	63,27	213,3	42,66	98,44	295,49	34,32	130,45	448,35	32,30	147,41
Nitrito (mg L^{-1})	0,46	0	0,084	1,00	0	0,134	0,52	0	0,097	0,45	0	0,13
Nitrato (mg L^{-1})	0	0	0	4,54	0	1,20	1,55	0	0,532	1,04	0	0,36
Ca^{++} (mg L^{-1})	19,73	0	10,34	66,06	10,42	23,05	40,07	3,63	19,12	33,78	3,09	18,54
Mg^{++} (mg L^{-1})	17,18	4,26	8,63	17,51	3,33	10,79	47,45	5,09	20,04	93,17	5,39	24,67
Na^{+} (mg L^{-1})	70,00	6.11	24.04	126,08	16,76	47,28	346,15	17,22	94,44	442,1	14.7	102,54
K^{+} (mg L^{-1})	26,96	3,12	9,498	20,53	5,75	11,59	44,12	8,93	18,80	32,63	7,50	15,27
Fe (mg L^{-1})	3,75	0,09	0,86	6,07	0,11	1,58	21,19	0,95	4,79	10,86	0,30	3,58
CO^{-}_{3} (mg L^{-1})	0,39	0	0,052	7,72	0	1,45	30,52	0	4,36	10,85	0	2,24
HCO^{-}_{2} (mg L^{-1})	145,76	46,94	88,03	314,03	68,04	155,18	486,61	64,77	193,21	541,00	9,80	182,50
SO^{-}_{4} (mg L^{-1})	5.91	0	2,73	6,86	0	3,10	24,02	0,78	6,50	11,95	0,66	4,74
Cl^{-} (mg L^{-1})	101,06	9,94	35,56	178,06	14,54	63,00	468,08	15,17	133,38	656,27	20,86	155,87

As coletas foram realizadas de acordo com as recomendações de Holanda et al. (2010) e, em seguidas levadas ao Laboratório de Solos e Água da Empresa de Pesquisa Agropecuário do RN (EMPARN), onde foram analisados os seguintes parâmetros: CE, RAS, SDT, Dureza, Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+}, K^{+}, Cl^{-},HCO^{-3}, SO_4^{-}, NH_4. A metodologia de análise seguiu os procedimentos analíticos recomendados por EMBRAPA (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Referente à variação temporal e espacial da qualidade da água (abrangendo o período chuvoso e seco nos anos de 2009 e 2010 e os diversos pontos de coleta), é possível observar na Tabela 1, os resultados médios, máximos e mínimos dos parâmetros físico-químicos das amostras analisadas.

Os resultados médios observados para o pH nos dois anos estudados, indicam que houve influência direta desta variável nos teores de bicarbonato na água, apresentando pequenas variações com valor máximo em torno de 8,8; mínimo de 7,5 e média de 7,0 (Tabela 1), com tendências no sentido neutro-alcalino. Segundo Ayers e Westcot (1991), os valores do pH observados durante o monitoramento, encontram-se dentro da faixa de normalidade, para fins de irrigação (6,5 a 8,5), ressaltando-se que a água pode ser utilizada, sem restrição para a irrigação no que se refere aos riscos de desequilíbrio nutricional às culturas.

Quanto a CE da água nos anos de 2009 e 2010 observou-se uma variação na ordem de 0,15 a 2,42 dS m^{-1}, respectivamente. Constataram-se também, em todas as amostras, resultados médios de CE mais elevados no período seco (Figura 2), fato ocasionado pela redução do volume de água dos mananciais sob efeito da evaporação direta e o consequente o aumento da concentração de íons; apesar dos baixos níveis de condutividade elétrica observados em alguns pontos de coleta, a concentração média de sais observada na água - por exemplo, na coleta 1 realizada em 2009 (0,99 dS m^{-1}) - exige cuidados e um manejo específico para o seu uso na irrigação sob pena de ocasionar a salinização das áreas irrigadas (Porto Filho et al., 2011). Sigh et al. (2005) estudando a hidroquímica de reservatórios superficiais na bacia do rio Damador, na Índia, também encontraram variações nos valores da CE em resposta aos totais precipitados e taxas de evaporação observada. Já Lobato et al. (2008) observaram que a concentração de íons no período chuvoso foi inferior as observados para o período seco, ao estudar a influencia do regime pluviométrico para a classificação de águas usadas para irrigação do Distrito Irrigado do Baixo Acaraú (DIBAU), Tabuleiro do Norte, CE.

Verificaram-se valores crescentes para dureza total (variando entre 2009 e 2010 de 119,98 a 448.35 mg L^{-1}) e SDT (variando entre 2009 e 2010 em 364 a 1690 mg L^{-1}) entre a primeira coleta de 2009 (final do período chuvas) e a quarta coleta em 2010 (final do período seco); já, as concentrações máximas de nitrato (4,54 mg L^{-1}) e nitrito (1,0 mg L^{-1}), para os pontos de coleta amostrados, ficaram dentro dos valores permitidos pela legislação brasileira (Brasil, 1986). Como o Nitrato é a forma mais encontrada de nitrogênio e o mais comum contaminante das águas subterrâneas e superficiais, em função da sua solubilidade e mobilidade em solução aquosa (Jalali, 2007), pode-se inferir que no caso da sub-bacia estudada não se encontrou indícios de contaminação antrópica.

Em relação aos cátions, o Na^+ foi dominante nas quatro coletas realizadas. As sequências de predominância dos cátions nas coletas realizadas foram: 1ª) $Na^+ > K^+ > Mg^{++} > Ca^{++}$; 2ª) $Na^+ > Ca^{++} > K^+ > Mg^{++}$; 3ª) $Na^+ > Mg^{++} > Ca^{++} > K^+$ e 4ª) $Na^+ > Mg^{++} > Ca^{++} > K^+$.

A principal fonte de Na^+ e Ca^{++} nos micaxistos da Formação Seridó está relacionada à intemperização do Feldspatos Plagioclásio Sódico e Cálcico. O processo de intemperismo chega a liberar 62% do sódio e 60% do cálcio existente na rocha original (Silva, 2003), sendo esses íons transportados para os aqüíferos através do escoamento superficial que é muito intenso nessa região.

Com relação ao K^+, esse apresenta uma posição de destaque na 1ª coleta, que corresponde ao final do período chuvoso de 2009, quando ocorreram maiores precipitações e taxas de escoamento superficial.

Quanto aos ânions, observa-se a predominância do bicarbonato, apresentando a sequência $HCO_3^- > Cl^- > SO_4^{-2} > CO_3^{-2}$ nas quatro coletas realizadas. A tendência de aumento da CE e Cl^-, observada, foi coerente com Costa et al. (1982) e Silva Júnior et al. (1999), que ao estudarem o comportamento iônico em amostras de água oriundas de regiões sob influência do embasamento cristalino, observaram que o aumento da salinidade resultou em águas menos bicarbonatadas e mais cloretadas.

Para o Cl^- existem três mecanismos principais de inclusão de íons na água: contribuição atmosférica em função da precipitação, intemperização da rocha-minerais silicatos e poluição antrópica (Jalali, 2007; Al-Shaibani, 2008) via matéria orgânica. Silva (2003), analisando lamas (sedimento + material vegetal) de fundo de açudes da região em questão encontrou quantidades elevadas de matéria orgânica (20%) oriunda da degradação vegetal e animal. Segundo este autor, a quantidade de Cl^- não combinado liberado por esse processo orgânico é bem maior e significativo que o total oriundo da intemperização da biotita (mineral comum nos micaxistos da Fm. Seridó).

CONCLUSÕES

1. Não se observou indícios de contaminação antrópica ao longo da sub-bacia do Rio das Cobras, RN.
2. O pH apresentou tendência neutro-alcalina;
3. Baseado nas médias de CE recomenda-se a adoção de manejos de irrigação adequados para evitar problemas de salinidade;
4. Em relação aso cátions presentes na água, há predominancias de águas sódicas e mistas e, em relação aos ânions, predominam águas bicarbonatadas e cloretadas; já a análise da junção dos cátions e ânions, indica o predomínio de águas bicarbonatadas-sódicas (58%), seguida das sulfatadas ou cloretadas sódicas (24%) e bicarbonatada-cálcica ou magnesianas (12%).

AGRADCIMENTOS

Os autores agradecem o apoio recebico do Governo do estado do Rio Grande do Norte, através da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH/RN) e dentro do Programa Estadual de Convivência com o Semiárido Potiguar (PSP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Al-SHAIBANI, A. M. Hydrogeology and hydrochemistry of a shalow aquifer, western Saud Arabia. Hydrogeology Journal, v.16, p.155-165, 2008.

ANGELIM, L. A de A. Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte -Escala 1:500.000. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2007. 119p.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB. 1999, 118 p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem 29. Revisado.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 20, 18 de junho de 1986. Brasília: SEMA, 1986. 92p.

COSTA, R. G.; CARVALHO, H. O.; GHEYI, H. R. Qualidade da água de irrigação na microrregião homogênea de Catolé do Rocha, PB. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.6, p.242-244, 1982.

DEUTSCH, W. J. Groundwater Geochemistry: fundamentals and applications to contamination. Boca Raton, Fla: Lewis Publishers, 1997, 221 p.

EMBRAPA. Manual de Análises de solos, plantas e fertilizantes. Rio de Janeiro: Centro nacional de pesquisa em solos, 1999. 370p.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C. Qualidade da água para irrigação. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. Cap.4, p.43-61.

JALALI, M. Assessment of the chemical components of famenin groundwater, Western Iran. Environment Geochemical Health, v. 29, p.357-374, 2007.

LOBATO, F. A. O.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; CRISOSTOMO, L. A. Sazonalidade na qualidade da água de irrigação do Distrito Irrigado Baixo Acaraú, Ceará. Revista Ciência Agronômica, v.30, p.167-172, 2008.

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOUSA, P. S.; DANTAS, D. C. Evolução da salinidade e do pH de um solo sob cultivo de melão irrigado com água salina. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p.1130-1137, 2011.

SEMARH. Açudes. Disponível em: <www.semarh.rn.gov.br/consulta/AcudesPrincipal.asp>. Acesso em: 23-07-2009.

SILVA JUNIOR, L. G. A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de. Composição química de águas do cristalino do Nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, p.11-17, 1999.

SILVA, S. G. Aqüíferos fissurais em clima semi-árido (caso do Estado do RN, NE, do Brasil): uma análise dos processos de salinização em escala regional e local. Rio Claro: UNESP, 2003. 167p. Tese de Doutorado.

SINGH, K. P; MAILK, A; MOHAN, D.; SINHA, S. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variation in water quality of Gomti River (India) – a case study.Water Research, v.38, p.3980-3992, 2004.

YADANA, S.M. The hydrochemical framework of surface water basins in southern Ghana. Environment Geology, v.57, p.789-796, 2009.

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

PRODUÇÃO DA FITOMASSA DO SORGO SACARINO SOB SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA "IN SITU"

Francisco Cássio Gomes Alvino[1], José Alberto Calado Wanderley[2], Pedro Dantas Fernandes[3], Claudio Ferreira Barreto[1], Delzuite Teles Leite[4] & Marcos Eric Barbosa Brito[5]

Resumo: O sorgo é o quinto cereal mais cultivado no mundo, tendo aplicações na alimentação animal, humana e produção de biocombustíveis, contudo, seu cultivo é limitado pela deficiencia hídrica, assim objetivou-se avaliar a produção da fitomassa do Sorgo sacarino sob técnicas de captação de água chuva in situ no semárido Paraibano. O experimento foi instalado em condições de campo, sob delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro tratamentos, camalhões, sulcos, bacias e sem estrutura, repetidos em seis blocos, sendo avaliada, a fitomassa fresca e seca da cultura do sorgo aos 120 DAS. Verificou-se que houve diferença entre as técnicas de conservação de água no solo quanto ao conteúdo de fitomassa fresca e seca da cultura, sendo que o cultivo do sorgo é mais adequado em Bacias de cultivo, obtendo-se maior produção de fitomassa da planta.

Palavras-chave: Sulcos, camalhões e bacias.

INTRODUÇÃO

O sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) é uma Poaceae originária da África, mais precisamente da Etiópia e é o quinto cereal mais cultivado no mundo Ribas (2003). Tem sido explorada, principalmente, com fins de alimentação animal, humana, e como matéria-prima para a produção de etanol, como também destinada à fabricação de bebidas alcoólicas, hoje a área plantada no Brasil é de aproximadamente 1,5 milhões de hectares Purcino (2011).

São cultivadas principalmente em zonas Áridas e Semiáridas, condições favoráveis para a cultura atingir altas produções de forragem e grãos. Segundo Purcino (2011) o Sorgo é uma espécie bem adaptada a ambientes extremos de estresses abióticos, especialmente, de temperatura do ar e umidade do solo. Este comportamento de rusticidade às condições ambientais confere ao sorgo condições favoráveis à sua adaptação em relação a outras espécies comerciais, todavia, a maior disponibilidade hídrica tende a aumentar o rendimento da cultura.

Segundo Silva et al, (1993), em função da grande variação das chuvas registradas nas unidades geoambientais, identificadas na região semiárida do Nordeste brasileiro é de fundamental importância o preparo do solo com técnicas de captação de água de chuva *"in situ"*, visando assegurar os cultivos implantados em regime de sequeiro, principalmente, para amenizar os efeitos do déficit hídrico ocorrido em anos de pouca precipitação pluviométrica.

Sendo assim, tomando-se por base que a cultura do Sorgo possui diversos mecanismos de tolerância à seca, é possível viabilizar a produção do sorgo em áreas fora do zoneamento agrícola da cana, visando à produção do etanol, fato que, aliado ao uso de técnicas simples de preparo do solo, visando à captação da água de chuva "in situ", as quais são mais apropriadas aos sistemas de produção adotados pelos agricultores, e podem ser implantadas usando-se tanto a tração mecânica quanto a tração animal Duret et al., (1985).

Desta maneira, pode-se garantir a implantação de uma cultura de grande importância no setor econômico, social e alimentar, notadamente em regiões Semiáridas, principalmente na época de escassez, podendo seu cultivo ser potencializado com uso de técnicas de conservação de água e solo.

[1] Graduando Agronomia, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Rua: Jairo Vieira Fietosa, s/n, CEP: 58840-000, Pombal, PB.Tel: (83) 99365439 E-mail: cassioalvino@hotmail.com
[2] Mestrando em Engenharia Agrícola-Universidade Federal de Campina Grande, (UFCG), Campina Grande – PB
[3] Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB
[4] Mestranda Horticultura, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB
[5] Prof. Doutor, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB

Assim, objetivou-se avaliar a produção da fitomassa do Sorgo sacarino sob técnicas de captação de água chuva in situ no semárido Paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, em condições de sequeiro, entre os meses de abril e julho de 2011, em uma área localizada no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), campus de Pombal-PB, pertencente à UFCG. Segundo a classificação de Koppen, do tipo BSh, ou seja, semiárido quente e seco.

O delineamento foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos sendo três técnicas de preparo do solo em camalhões, sulcos e bacias, mais uma testemunha, sem preparo do solo, repetidas em seis blocos, totalizando 24 parcelas. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de seis metros espaçadas em 0,5m entre si, com uma densidade de 15 plantas por metro linear após o desbaste Neumann et al., (2005), perfazendo uma área de 12 m^2, utilizaram-se sementes da cultivar BRS-601 de sorgo sacarino (*Sorgo bicolor* L.) obtidas junto à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). A todos os tratamentos foram adicionado 10 litros de esterco bovino para cada m^2, como também restos de palhada como cobertura morta. Durante o experimento, com uso de termohigrometro, foram coletados dados climático referente a umidade relativa, temperatura; a precipitação foi obtida por meio de um pluviometro instalado nas dependencia da EMATER –PB, sendo disposto os dados de três épocas referentes a: 1. Período de chuvas; 2. Período de estiagem, 3. Retorno das chuvas.

Para realizar as avaliações das fitomassas aos 120 DAS, foram observados de forma destrutivas em quatro plantas selecionadas em cada parcelas, escolhidas aleatoriamente na área útil das parcelas. A parte aérea das plantas foi cortada rente à superfície do solo, e pesou-se todo o material vegetal coletado no campo, separando-se folhas de caule. Imediatamente após as pesagens da massa fresca, os materiais foram acondicionados em sacos de papel, para serem submetidas à secagem em estufa de aeração forçada a 60 ºC, e após 72 horas ao atingirem massa constante, realizou-se á pesagem em balança de precisão. Foram avaliadas as seguintes variáveis: fitomassa fresca da folha, fitomassa fresca do caule, fitomassa fresca da parte aeria, fitomass seca da folha, fitomassa seca do caule e fitomassa seca da parte aérea total.

Os dados obtidos para peso da fitomassa foram submetidos às análises de variâncias e teste de tukey a niveis de 1% de probabilidade com base em metodologia contida em Ferreira, (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Figura 1A, considerando o período de crescimento das plantas na área experimental (Abril a julho de 2011), verifica-se que a temperatura do ar medida às 9 horas da manhã, variou entre 29 e 40ºC, havendo, todavia, maior concentração de dias com temperaturas entre 30 e 35ºC, todavia, não foram observadas anomalias nas plantas por motivo de restrição a temperatura, ou seja, a cultura de sorgo, cultivadas na área, completou seu ciclo sem ocorrências visuais de anomalias que viessem a indicar problemas em função da temperatura.

Tal situação demonstra o potencial de produção desta cultura no estado da Paraíba, notadamente na região Semiárida, pois o Sorgo, sendo uma planta C_4, há maior adaptação a condições que proporcionam maior atividade de transpiração Taiz & Zeiger,(2009); segundo informações contidas em Rodrigues et al., (2003), a temperatura máxima é de 38ºC e a mínimo é de 16ºC, podendo destacar que a cultura não teve seu ciclo comprometido pela ocorrência das temperaturas, confirmando as informações contidas na literatura.

Na Figura 1B, pode-se observar os dados de umidade relativa, verificando-se valores entre 50 e 70% de umidade, notadamente nos primeiros dois meses de cultivo da cultura, havendo uma redução para cerca de 40 a 60% no final do período de cultivo. Tais umidades são características do período chuvoso, como pode ser

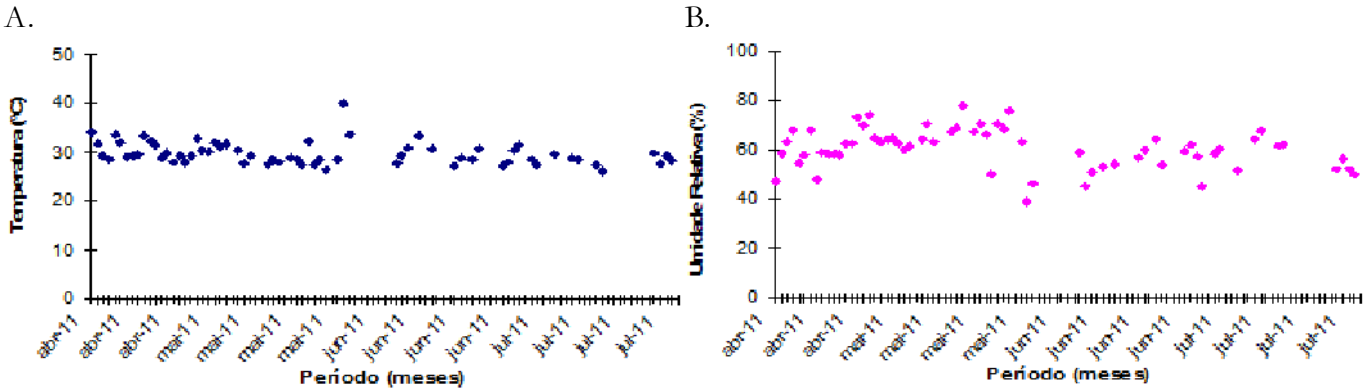


Figura 1. Temperatura do ar (ºC), (A) medido às 9 horas, na área experimental durante a condução do experimento; Umidade Relativa (%)(B) medido às 9 horas, na área experimental durante a condução do experimento. Pombal, PB, 2011

visualizado na Figura 2, fato que pode ser demonstrado pela sintonia da redução da umidade do ar e das precipitações nos dois últimos meses.

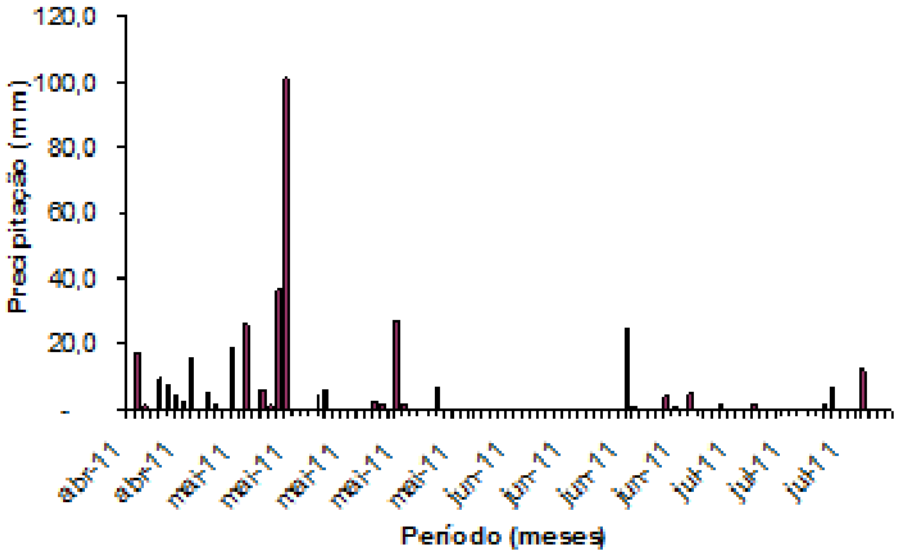


Figura 2. Precipitação (mm), medido por meio de pluviômetro instalado na Emater de Pombal, PB, durante a condução do experimento. Pombal, PB, 2011

Tais umidades relativas não tendem a ser as mais adequadas ao cultivo da cultura, por possibilitar aumento do processo de transpiração, pois, segundo informações de Cayón & Salinas (2004), estudando plantas de bananeira sob condições controladas, a umidade relativa do ar altera a taxa fotossintética das plantas. Todavia, deve-se salientar que não houve, nenhuma incidência de doenças que comprometessem ou mesmo que chegassem ao nível de dano econômico, a ponto de ser viabilizado o uso de defensivo nas lavoura do sorgo sacarino.

Tais umidades relativas não tendem a ser as mais adequadas ao cultivo da cultura, por possibilitar aumento do processo de transpiração, pois, segundo informações de Cayón & Salinas (2004), estudando plantas de bananeira sob condições controladas, a umidade relativa do ar altera a taxa fotossintética das plantas. Todavia, deve-se salientar que não houve, nenhuma incidência de doenças que comprometessem ou mesmo que chegassem ao nível de dano econômico, a ponto de ser viabilizado o uso de defensivo nas lavoura do sorgo sacarino.

Um aspecto ambiental de grande importância para o cultivo é a precipitação, neste sentido, as chuvas variaram, durante o período de cultivo, entre 0 e 100 mm, havendo maior concentração nos meses de abril e maio, com menores precipitações entre junho e julho. Durante este período o total de chuvas foi de 363mm, quantidade que foi suficiente para que as plantas completassem seus ciclos.

Um fato importante é que a pesquisa esta relacionada ao uso de técnicas que proporcionem maior captação de água, desta maneira, permitindo que as plantas se estabeleçam e possam passar pelas fases de desenvolvimento com redução do estresse hídrico, assim, como pode ser visualizada na Figura 2, a ocorrência de chuvas foi constante no período, á exceção das duas primeiras semanas de junho, neste sentido, os resultados a serem apresentados a posteriormente far-se-ão ênfase ao período chuvoso anterior (ultima semana de maio) e a segunda semana de junho, quando ocorreram maior situação de estresses.

Observando, na Tabela 1, as fitomassas frescas da cultura do sorgo colhida aos 120 DAS, verificando-se diferenciação significativa entre as técnicas de captação de água quanto a matéria fresca das folhas, matéria fresca do caule e matéria fresca da parte aérea.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para massa fresca das folhas (g/planta), massa fresca do caule g/planta, massa fresca da parte aérea em função das técnicas de captação de água *in situ* para a cultura do sorgol. Pombal, PB, 2012

Fonte de Variação	GL	QM		
		MFF	MFC	MFPA
Técnicas	3	116,1827**	5042, 7634**	5552, 1378**
Bloco	5	3,9918	50,1148	39,6325
Resíduo	15	4,3506	131, 8330	130, 5369
CV		7,44	717	607
Média		28,0418	160, 1041	188, 1459

Conforme a Figura 3A, verifica-se que as plantas cultivadas no sulco aprensentaram a maior produção de fitomassa fresca das folhas, quando comparado com a produção obtida nas bacias e no cultivo sem tecnica, que não se diferenciaram estaticamente. Já a menor produção foi observada em função nos camalhões, com 23,05 g/planta.

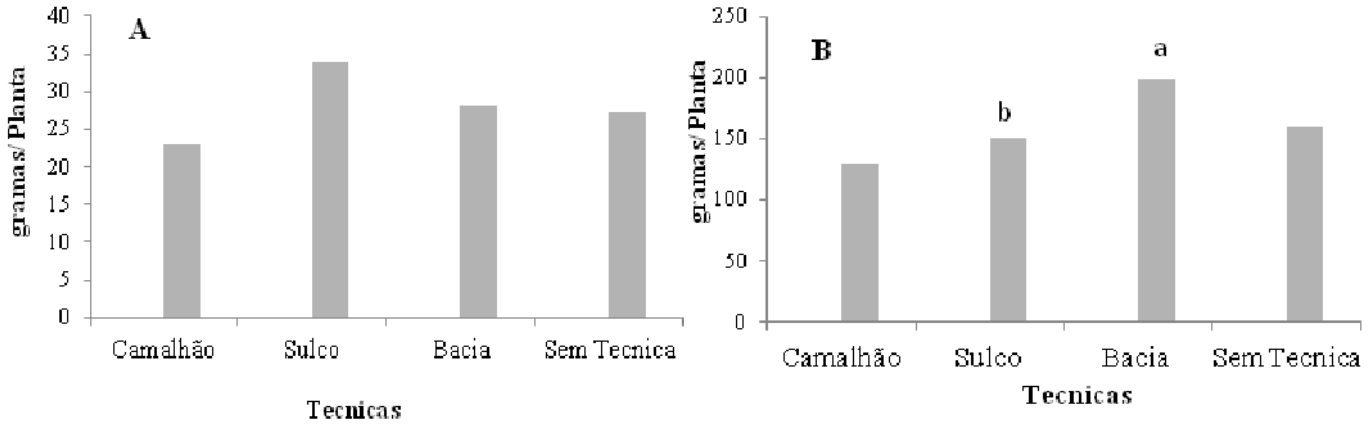


Figura 3. Matéria fresca das folhas (A), Matéria fresca do caule (B), das plantas de sorgo em função das técnicas de captação de água in situ . Pombal, PB, 2011

Quando observamos os resultados para massa fresca do caule na Figura3B, assim como para a variável discutida anteriormente, o camalhão foi o tratamento responsável pela menor produção, enquanto a bacia proporcionou os melhores resultados com 199,35g /planta, sendo o sulco e sem técnica equivalente estatisticamente a nível 1% de probabilidade.

Conforme a Figura 4, pode-se verificar que as plantas cultivadas em Bacias apresentaram um maior acúmulo de fitomassa fresca total da parte aérea, com média de 227,48 gramas por planta, quando comparado com a produção das plantas cultivadas nos camalhões, obtendo-se 74,18 gramas a mais nas plantas sob bacias, já as plantas cultivadas nos sulcos e sem tecnicas, tambem ficaram abaixo das cultivadas na bacia, mas se comportaram estatisticamente similares para esta variavel.

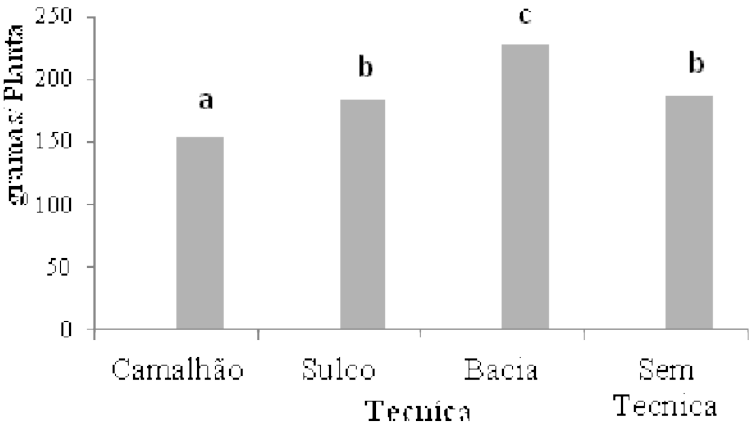


Figura 4. Massa fresca da parte aérea das plantas de sorgo em função das técnicas de captação de água *in situ*

Na Tabela 2 tem-se a análise de variância aos 120 (DAS), havendo diferença significativa entre as técnicas, para as variaveis de matéria seca da folha, matéria fresca do caule e matéria seca total da parte aérea estudada.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para massa seca das folhas (g/planta),massa seca do caule g/planta, massa seca total da parte aérea em função das técnicas de captação de água *in situ* para a cultura do sorgo. Pombal, PB, 2012

Fonte de Variação	GL	QM		
		MSF	MSC	MSTPA
Técnicas	3	19.0239**	4152.3616**	4712.4407**
Bloco	5	1.4090	72.5482	77.4767
Resíduo	15	1.5941	42.4738	41.7220
CV		7.89	4.48	4.00
Média		16.0045	145.5442	161.5488

De acordo com a Figura 5A pode se observa que as plantas cultivada em Bacias apresentaram um maior acúmulo de massa seca das folhas, com média de 18,37 gramas por planta, não sendo diferenciada estaticamente na produção de massa seca das folhas das plantas cultivada sem tecnica, já as plantas cultivadas em camalhões, sulco e sem tecnica não diferenciarão entre si estatiticamente para acumulo de materia seca das folhas.

Na Figura 5B tem-se o resultado de materia seca do caule, onde verificamos que as plantas cultivadas em Bacias apresentaram um maior acúmulo de materia seca, com produção media 182,22 grama por planta, tendo 62,59 grama por planta a mais do que as plantas cultivadas em camalhões, onde pode-se notar o menor acúmulo de fitomassa. Nas plantas cultivas em sulco e sem tecnica não houve diferenciação estatisticamente, as media de produção das plantas cultivada em sulco foi 139,18 grama por planta e sem tecnica foi de 141,13 grama por planta.

Podemos observar na Figura 6, que as plantas cultivadas em Bacia obtiveram maior acúmulo de matéria seca total da parte aérea (cm), com media de 200,59 gramas por planta, quando comparado com a produção de referente aos tratamentos sulco e sem tecnica que não difericiaram entre se estaticamente. Já a menor produção observou-se em função dos camalhões, com 23,05 g/planta.

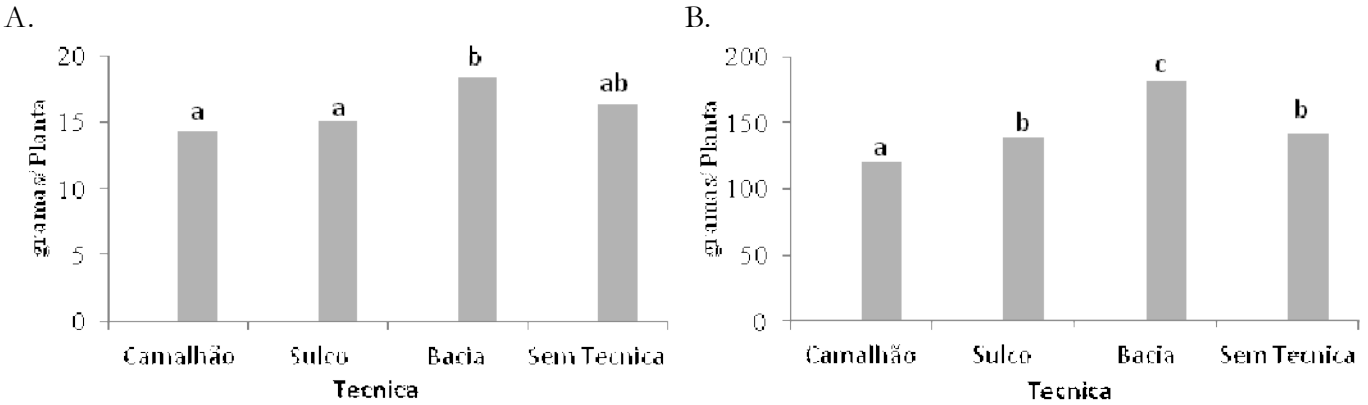


Figura 5. Matéria seca das folhas (A), Matéria seca do caule (B), das plantas de sorgo em função das técnicas de captação de água in si situsitu . Pombal, PB, 2011

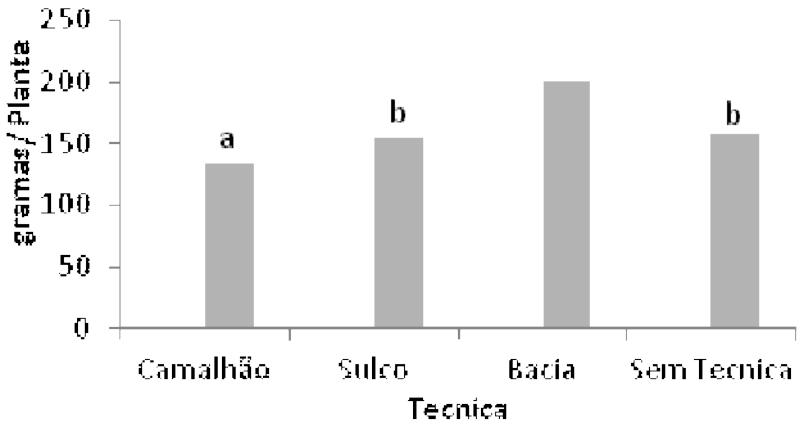


Figura 6. Matéria seca total da parte aérea (cm) das plantas de sorgo em função das técnicas de captação de água in situ

CONCLUSÃO

O uso de técnicas de conservação no cultivo do sorgo pode garantir maior produção de fitomassa, sendo mais indicado o uso de bacias de cultivo;

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Duret, T.; Baron, V.; Anjos, J.B. dos Mecanizacão agrícola e alternativas para o cultivo de sequeiro. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1985. 10p. (EMBRAPA-CPATSA. 43.

Ferreira, D. F. Sistema de análise de variância para dados balanceados: SISVAR. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000. (CD-ROM).

Guerra, H.O.C. Física dos solos. Campina Grande: Editora Universitária. 173p., 2000.

Nechet, K.L.; Halfeld Vieira, B.A. Cercosporioses em feijão-caupi (Vigna unguiculata) no stado de Roraima. Fitopatologia Brasileira, v.31 (Supl.), p. S362, 2006b.

Neumann, M.; Restle, J.; Maccari, M.; Souza, A.N.M.; Pellegrini, L.G.; Freitas, A.K. Produção de forragem e custo de produção da pastagem de sorgo (Sorghum bicolor, L.), fertilizada com dois tipos de adubo, sob pastejo contínuo. Revista Brasileira Agrociência, Pelotas, v.11, n.2, p.215-220, 2005.

Purcino, A.A; Sorgo sacarino na Embrapa: Histórico, importância e usos. AGROENERGIA Ano II, Edição nº, agosto de 2011, p 6-7.

Ribas, P. M. Sorgo: introdução e importância econômica. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 16 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 26.

Rodrigues, J.A.S.; Versiani, R.P.; Ferreira, M.T.R. Cultivo do Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003, disponivel em http//: sistema de produção.cntia.embrapa.br/ Fontes HTML/Sorgo/cultivo Sorgo/ htm. Acesso em 30 de maio de 2012

Silva, F. B. R. e.; Riché,G. R.; tonneau, J. P.; Souza Neto, N. C. de.; Brito, L. T. de L.; Correia, R. C.; Cavalcante, A. C.; Silva, F. H. B. B. da.; Silva, A. B. da.; Araújo Filho, J. C. de. Zoneamento agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossócioeconômico. Petrolina-PE: EMBRAPA - CPATSA/Recife: EMBRAPA - CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, 1993.v.

Taiz, L. Zeiger, E. Fisiologia Vegetal. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719 p

8º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva
14 a 17 de agosto de 2012
Campina Grande - PB
LOCAL: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA

QUALIDADE DE ÁGUA EM CISTERNAS DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO[1]

Fellipe Alves[2], Julio Luz[3], Manuella Lopes Figueiras[4], Luis Lucena Medeiros[5], Sylvana Melo dos Santos[6] & Sávia Gavazza[6]

Resumo: Dada a facilidade de potabilização, no mundo inteiro há uma tendência de armazenamento e uso de água de chuva. No semiárido brasileiro se encontra em fase de implantação o Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC) do governo federal. As cisternas já implantadas não possuem dispositivo para desvio e descarte das primeiras águas, que contêm as impurezas da lavagem da atmosfera e telhado. Neste trabalho, foi monitorada a qualidade da água de sete cisternas localizadas no semiárido brasileiro durante quatro anos; numa delas foi instalado dispositivo de desvio automático das primeiras águas de chuva. Os principais resultados mostraram que houve presença de coliformes totais em todas as amostras, E-coli em 73,8% do total e as bactérias heterotróficas totais estavam acima do máximo recomendado pela legislação brasileira em 46,6% das amostras. A cisterna que continha o dispositivo de desvio apresentou os menores teores de contaminantes, inclusive de patógenos. Fatores como idade da cisterna e variação da precipitação durante o ano interferiram na qualidade da água.

Palavras-chave: cisternas, semiárido, qualidade de água, precipitação, barreiras sanitárias.

INTRODUÇÃO

É bem conhecido o fato de que em poucos anos a população mundial deverá mudar seus hábitos para adaptar-se às dificuldades decorrentes da falta de água potável. O Brasil muitas vezes é visto em uma situação privilegiada ao se considerar os problemas de escassez, porém a distribuição geográfica dos mananciais não é uniforme e o semiárido brasileiro já sofre há anos com a falta de água. Surge da situação mundial de escassez e das diferenças de disponibilidade hídrica, a necessidade de se aperfeiçoar formas alternativas para disponibilizar e potabilizar as águas pouco contaminadas.

Na tentativa de solucionar este problema foi proposta a construção de cisternas capazes de aproveitar o potencial hídrico da região semiárida nas épocas chuvosas (ASA, 2002). Nas propriedades rurais e em regiões de baixa pluviosidade a utilização de cisternas é uma das formas mais comuns para o acúmulo da água de uso doméstico. Neste contexto, embora o sistema de captação e armazenamento de águas de chuva se mostre uma solução interessante e eficiente, é fundamental que o mesmo garanta também a qualidade da água que será consumida pelos usuários (Lima *et al.*, 2011). Ainda que em algumas situações a quantidade de água armazenada pelas cisternas seja suficiente para suprir as necessidades básicas da comunidade na época da estiagem, alguns estudos, como o de Souza *et al.* (2011), indicam que essa água frequentemente está fora dos padrões de potabilidade.

Diversos fatores exercem influência nos níveis de qualidade, tais como tipo de reservatório e materiais usados na sua construção, época do ano, recepção ou não das primeiras águas de chuva, permanência de volumes de água entre as estiagens e/ou o estado de conservação dos tetos e dos dutos que transportam a água. Segundo Andrade Neto (2004), a proteção sanitária de cisternas rurais para o abastecimento doméstico

[1] Projeto Financiado pelo CNPq/CT-HIDRO (Processo no. 577035/2008-8) e (Processo. no. 556202/2009-0)
[2] Estudante Engenharia Civil. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/CAA, Laboratório de Engenharia Ambiental - LEA, Caruaru-PE. 55002-970. Fone: (081) 2126-7771, e-mail: fellipehba@hotmail.com
[3] Engenheiro Civil, Aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFPE
[4] Estudante de Engenharia Civil, UFPE-CAA
[5] Técnico do LEA, UFPE-CAA
[6] Doutora em Engenheira Civil, Professora do Campus de Caruaru da UFPE

é relativamente simples, requerendo basicamente alguns cuidados, tais como: desvio das primeiras águas das chuvas e manejo adequado, sendo que este último depende muito do nível de informação que o usuário tem sobre o tema.

Este trabalho de monitoramento foi realizado objetivando conhecer a qualidade da água armazenada em cisternas do semiárido brasileiro, incluindo avaliação de aspectos como influência do desvio das primeiras águas de chuva, tempo de construção das cisternas, época do ano, dentre outros fatores.

MATERIAL E MÉTODOS

No início desta pesquisa, em dezembro 2007, foram escolhidas sete cisternas para monitoramento da qualidade da água, mediante levantamento de informações sobre as características estruturais, tempo de construção, área dos telhados e condições socioeconômicas das comunidades. As cisternas que tiveram a qualidade da água monitorada estão localizadas na comunidade de Lajedo do Cedro (LC1, LC2, LC3 e LC4), município de Caruaru e nas comunidades de Guaribas (GB1) e Canela de Ema (CE1 e CE2), no município de Pesqueira, ambos no estado de Pernambuco. Na cisterna GB1, em 2009, foi instalado um dispositivo para desvio automático das primeiras águas de chuva (Figura 1).

Figura 1. Fotografia ilustrativa da cisterna GB1, com dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva

Tal dispositivo, dimensionado para desviar o primeiro milímetro de chuva, foi confeccionado em tubos e conexões de PVC, objetivando uma montagem simples e rápida, mas garantindo, também, estanqueidade. No início da precipitação, o sistema deve estar completamente vazio para receber as primeiras águas de chuva que lavam a atmosfera, o telhado e as calhas. Neste momento, com base no princípio de vasos comunicantes, os tubos são cheios até atingir a capacidade total do dispositivo, cujo volume foi calculado em função da área do telhado. Em seguida, a água com níveis de impurezas reduzidos é encaminhada à cisterna, ao final de cada evento chuvoso o dispositivo deve ser esvaziado manualmente para funcionar plenamente na próxima chuva.

Para as coletas foram utilizados recipientes de polietileno, com capacidade para 500 mL (análises bacteriológicas) e 1000 mL (análises físico-químicas), esterilizados em autoclave a 120°C e 1atm por 15 minutos. A coleta foi realizada utilizando-se o mesmo procedimento que os moradores da comunidade utilizam para retirar a água das cisternas. Sete famílias retiram água das cisternas por meio de balde e apenas uma família por meio de bomba manual (GB1). As amostras foram acondicionadas em caixas térmicas e encaminhadas para análises.

O período de monitoramento foi de dezembro de 2007 a dezembro de 2011. Neste período foram realizadas 72 coletas, sendo 37 coletas nas cisternas de Caruaru e 35 nas três cisternas de Pesqueira. Os parâmetros avaliados estão apresentados na Tabela 1 e foram analisados de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005), com frequência mensal. A contagem de bactérias heterotróficas totais foi realizada através do método *pour plate*. O meio utilizado foi o ágar nutriente para contagem em placas, sendo as amostras incubadas em estufa bacteriológica a 35°C, por 48 horas (APHA, 2005). Após o tempo de incubação, foi utilizado um contador manual de colônias para a contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC).

Tabela 1. Parâmetros analisados e metodologias utilizadas

Parâmetro	**Método**
Condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, salinidade	Potenciométrico
Cor aparente, turbidez	Espectrofotométrico
Alcalinidade, cloretos, dureza total	Titulométrico
Sólidos dissolvidos totais (SDT)	Gravimétrico
Coliformes totais, EscherichiaColi	Colilert®
Bactérias heterotróficas totais	Contagem em placas – *pour plate*

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela legislação brasileira (Portaria n° 2914/2011 do Ministério da Saúde, MS), o pH de águas para consumo humano deve estar entre 6,0 e 9,5. Nesta pesquisa se verificou a ocorrência de valores aceitáveis entre 6,9 e 9,4. Os valores médios de alcalinidade foram inferiores a 103 mg $CaCO_3$/L (Tabela 2), no entanto, se observou que a idade da cisterna apresentou influência sobre a alcalinidade, pH e condutividade da água armazenada. A Figura 2 ilustra, para a cisterna LC2, o comportamento observado para alcalinidade. Nota-se que quanto menor a idade da cisterna (1 ano de construída em 2008), maiores foram os teores de alcalinidade. Observou-se ainda que nos primeiros anos após a construção a variação desse parâmetro foi maior, com tendência à estabilização ao longo do tempo. O mesmo foi observado em todos os pontos de coleta.

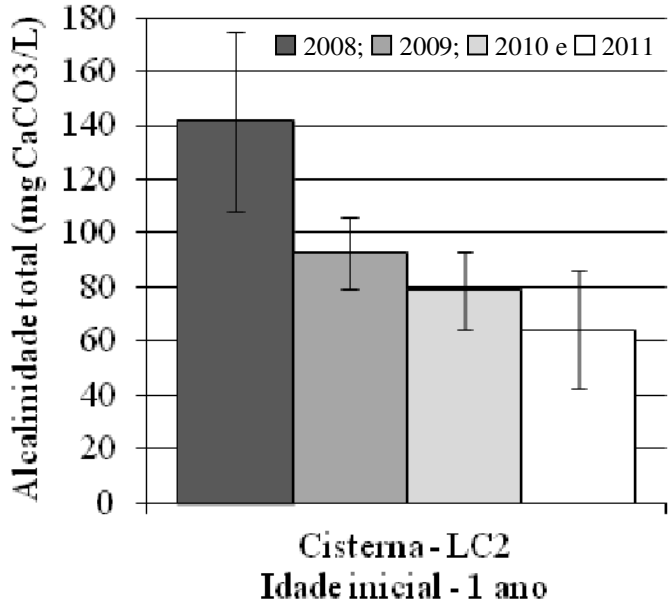


Figura 2. Valores médios e desvio padrão da alcalinidade observada na cisterna LC2, durante o período de monitoramento

Neste trabalho foram obtidos valores médios de 7,6 mg Cl^-/L para cloretos, 45,6 mg $CaCO_3$/L para dureza total e 97,0 mg/L para SDT (Tabela 2), bem abaixo dos valores máximos estabelecidos na Portaria n° 2914/2011 do MS. Em pesquisas relacionadas com a qualidade de água de chuva armazenada em tanques de polietileno de alta densidade, Vialle *et al.* (2011), observaram teores de cloretos iguais a 1,9 mg Cl^-/L e dureza total de 16,0 mg $CaCO_3$/L. A comparação destes resultados com os obtidos na presente pesquisa sugerem que o material do reservatório interfere na qualidade, ocorrendo maior solubilização nas cisternas de placa de cimento.

Tabela 2. Média aritmética e desvio padrão dos principais parâmetros físico-químicos monitorados

Parâmetro	Localidade / Cisterna						
	Caruaru				Caruaru		
	LC1	LC2	LC3	LC4	GB1	CE1	CE2
Alcalinidade total (mg $CaCO_3$/L)	50,3 ± 10,8	95,1 ± 37,1	53,8 ± 20,6	44,1 ± 15,1	38,9 ± 6,4	59,5 ± 12,5	48,6 ± 17,0
Condutividade elétrica (µS/cm)	118,8 ± 20,7	265,1 ± 102,0	147,0 ± 32,0	134,8 ± 43,9	75,6 ± 13,0	143,9 ± 47,6	92,8 ± 37,8
Cor aparente (mg Pt-Co/L)	8,3 ± 7,1	6,8 ± 5,2	7,1 ± 3,3	7,1 ± 4,0	2,3 ± 1,6	5,1 ± 3,4	5,9 ± 4,9
Cloretos (mg Cl^-/L)	7,0 ± 1,5	7,7 ± 1,4	9,3 ± 3,7	9,3 ± 6,2	5,9 ± 2,0	10,6 ± 4,7	5,9 ± 2,0
Dureza total (mg $CaCO_3$/L)	46,6 ± 12,9	46,5 ± 7,1	51,1 ± 12,4	47,9 ± 13,4	32,9 ± 5,4	55,0 ± 11,2	39,3 ± 8,8
Oxigênio dissolvido (mg O_2/L)	5,4 ± 1,1	5,8 ± 1,1	5,1 ± 0,9	5,3 ± 1,7	5,8 ± 1,3	6,1 ± 1,4	5,9 ± 1,5
pH	7,6 ± 0,3	8,1 ± 0,4	8,0 ± 0,9	8,0 ± 0,8	7,8 ± 0,4	8,0 ± 0,5	8,0 ± 0,5
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	88,8 ± 42,0	119,1 ± 31,1	130,2 ± 86,3	118,3 ± 82,0	63,8 ± 24,7	81,8 ± 28,9	68,6 ± 23,4
Turbidez (UNT)	0,8 ± 0,5	0,6 ± 0,3	0,6 ± 0,3	0,7 ± 0,7	0,4 ± 0,2	0,5 ± 0,3	0,6 ± 0,4

A deposição de sólidos em suspensão e restos de animais e plantas no telhado e nas calhas, observada entre uma chuva e outra, é o principal responsável pela presença de cor e turbidez. Apesar disso, os valores mais altos de turbidez estiveram abaixo de 1,0 UNT, valor exigido pela legislação brasileira (Ministério da Saúde, 2011) a ser observado em ETA's após processo de filtração. A média de cor aparente de todas as cisternas foi igual 6 mg Pt-Co/L, com valores que estiveram entre 1 e 28 mg Pt-Co/L. A legislação brasileira permite até 15 mg Pt-Co/L para as águas destinadas ao consumo humano (Ministério da Saúde, 2011), 8,1% das amostras estiveram acima deste valor.

Nos exames microbiológicos, foi detectada presença de bactérias heterotróficas e coliformes totais em todos os pontos de coleta e em todo do período de monitoramento (Tabela 3). A legislação brasileira não exige ausência destes parâmetros para as águas de consumo humano, onde não é feito tratamento em estações convencionais. No entanto, recomenda-se atenção na frequente presença destes indicadores de qualidade, pois para bactérias heterotróficas a tolerância é de 500 UFC/mL. Em 46,6% das amostras analisadas, os valores foram superiores a este valor. A média observada para bactérias heterotróficas foi de 1031 UFC/mL.

Em relação às bactérias do grupo coliformes a principal preocupação sobre a qualidade da água de cisternas é a presença de E-coli, que ocorreu em todos os pontos de coleta. 73,8% das amostras apresentaram resultados positivos para E-coli, sendo a média de todas as cisternas igual de 287,5 VMP/100mL. Dentre os resultados bacteriológicos é importante destacar que em todas as cisternas sempre houve conformidade com os padrões aceitáveis pela legislação brasileira em alguns meses do ano, reforçando a proposta de que a água de chuva armazenada pode apresentar qualidade adequada para consumo humano.

A ocorrência de precipitação influenciou na qualidade da água armazenada nas cisternas, uma vez que resultou na redução da concentração de alguns parâmetros, por diluição, durante o enchimento das cisternas no período chuvoso. Este comportamento foi observado para a concentração de alcalinidade total, cloretos,

Tabela 3. Média aritmética e desvio padrão dos parâmetros microbiológicos monitorados

Parâmetros	Localidade / Cisterna						
	Caruaru				Pesqueira		
	LC1	LC2	LC3	LC4	GB1	CE1	CE2
Bactérias heterotróficas totais (10^2xUFC/100mL)	14,0 ± 19,8	13,1 ± 17,9	4,7 ± 9,3	3,9 ± 5,0	6,9 ± 9,3	6,2 ± 6,7	16,0 ± 15,0
Coliformes totais (10^3xVMP/100mL)	15,1 ± 19,8	17,1 ± 15,0	12,0 ± 14,2	12,2 ± 14,5	5,6 ± 7,3	8,9 ± 11,6	13,9 ± 17,0
E-Coli (10^2xVMP/100mL)	2,0 ±3,8	1,9 ± 4,6	6,4 ± 17,9	9,4 ± 15,8	1,1 ± 2,5	1,1 ± 2,5	3,0 ± 6,6

condutividade elétrica, dureza total, pH e sólidos dissolvidos totais (SDT) de todas as cisternas e se repetiu ao longo dos quatro anos de monitoramento. Foi observado reduções de até 30% de condutividade em meses chuvosos.

A avaliação da influência do dispositivo de descarte automático das primeiras águas de chuva (Figura 3) indicou que os resultados de coliformes totais da água armazenada na cisterna GB1, onde estava instalado o dispositivo, foram menores e mais estáveis que os demais pontos de análise. A média de coliformes totais em GB1 foi 2,5 vezes inferior à média dos demais pontos.

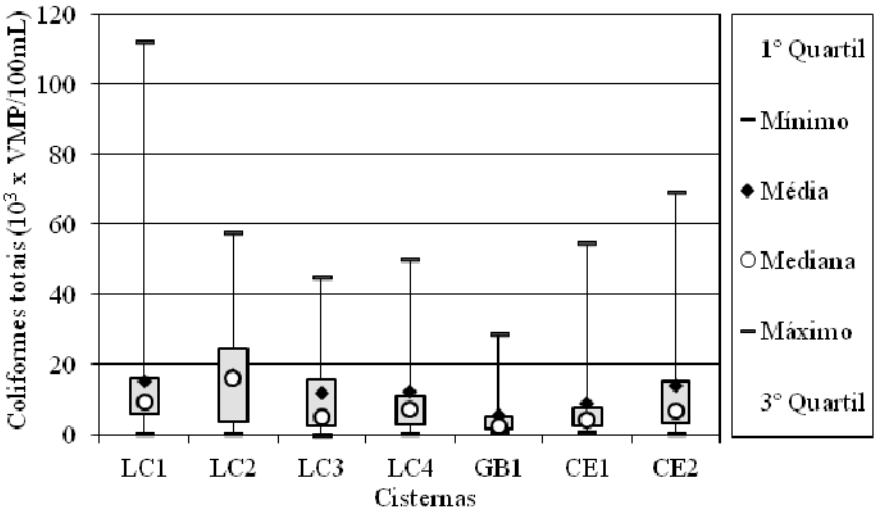


Figura 3. Diagrama box plot de coliformes totais em todas as cisternas monitoradas de 2008 até 2011

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa contribuem para o conhecimento da qualidade de água chuva, armazenada em cisternas, consumida por milhares de brasileiros. Destaca-se que:

- Os resultados do monitoramento não apresentaram desconformidades em relação aos parâmetros físico-químicos, exceto para cor aparente em apenas 8,1% das amostras.

- Em relação aos parâmetros bacteriológicos foi observada a presença de coliformes totais em 100% das amostras coletadas, E-coli em 73,8% e bactérias heterotróficas totais acima do máximo aceitável em 46,6% das amostras. No entanto, houve pelo menos um mês do ano em que a água apresentou conformidade com todos os parâmetros de potabilidade.

- Foi possível perceber que existe relação direta entre a alcalinidade total e a idade da cisterna, bem como que o aumento de precipitação proporcionou redução de concentração da maioria dos parâmetros (alcalinidade total, cloretos, condutividade, dureza total, pH e SDT), exceto cor aparente e parâmetros bacteriológicos (bactérias heterotróficas, coliformes totais e E-coli).

- A cisterna GB1, onde foi instalado o dispositivo de descarte das primeiras águas, apresentou valores mais baixos (2,5 vezes menor) e mais estáveis (menor desvio padrão) para coliformes totais quando comparada com as demais cisternas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às agências de fomento FINEP e CNPq, pelo apoio financeiro e bolsa concedida aos três primeiros autores, bem como às famílias que contribuíram com a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade Neto, C.O.de. Proteção Sanitária das Cisternas Rurais. In: XI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais ... Natal – RN, 2004.

APHA - American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed. American Publishers Health Association, Washington DC, USA, 2005.

ASA - Articulação no Semi-Árido Brasileiro. Programa de Formação e Mobilização para a convivência com o Semi-Árido Brasileiro: 1 Milhão de Cisternas Rurais. Recife - PE, 2002.

Lima, J.C.A.L.; Alves, F.H.B.; Figueiras, M.L.; Lucena, L.M.; Santos, S.M.; Gavazza, S. Dispositivos para a melhoria da qualidade da água armazenada em cisternas do semiárido pernambucano - Desenvolvimento tecnológico e avaliação de desempenho. In: XIV World Water Congress, 2011, Porto de Galinhas. Resumos... Porto de Galinhas: IWRA, 2011.

Ministério da Saúde. Portaria n° 2914 de 12/12/2011. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília - DF, 2011.

Souza, S.H.B.; Montenegro, S.G.; Santos, S.M.; Gavazza, S.; Nobrega, R.L.B. Avaliação da qualidade da água e da eficácia de barreiras sanitárias em sistemas para aproveitamento de águas de chuva. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.16, n. 3, p. 81-93, 2011.

Vialle, C.; Sablayrolles, C.; Lovera, M.; Jacob, S.; Huau, M.-C.; Montrejaud-Vignoles M. Monitoring of water quality from roof runoff: Interpretation using multivariate analysis. Water Research, Oxford, v.45, n. 12, p. 3765–3775, 2011.