



50

**Simpósio
Brasileiro
de Captação
e Manejo
de Água
de Chuva**



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

**Captação e utilização de água de chuva em comunidades do semi-árido do
Nordeste brasileiro**

Nilton de Brito Cavalcanti, Luiza Teixeira de Lima Brito, Geraldo Milanez Resende.
Pesquisadores da Embrapa Semi-Árido. C. Postal, 23. CEP-56.302-970. Petrolina, PE. E-mail: nbrito@cpatsa.embrapa.br

Resumo

No semi-árido do Nordeste brasileiro, a água é um obstáculo para a sobrevivência dos agricultores e animais nos períodos de estiagem. Anualmente ocorrem chuvas em grande parte da região, entretanto, mesmo nos anos de precipitações acima da média, há no período de estiagem graves problemas pela falta de água nas comunidades do interior das caatingas. Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento junto aos agricultores de nove comunidades do município de Petrolina - PE e de Curaçá - BA, quanto à forma de captação de água da chuva, armazenamento e o período de utilização. Foram acompanhadas 81 famílias no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2004. Desse total, 18 famílias não possuem cisternas rurais em suas residências. Os resultados obtidos demonstraram que, no período analisado, a precipitação média foi de 556,8 mm. A água da chuva acumulada nas cisternas foi a mais utilizada pelos agricultores, seguida pela água fornecida por carro-pipa. Com esses resultados, pode-se concluir que as cisternas 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 seca.

Palavras-chave: água, chuva, cisternas, semi-árido.

Introdução

Nos sertões do Nordeste brasileiro, a falta de água é o principal obstáculo para a sobrevivência dos agricultores e animais. A vulnerabilidade a que está exposta esta região é decorrência da instabilidade climática, dramatizada pelos períodos de seca que ocorrem, em média, a cada cinco anos (Cruz et. al., 1999).

Segundo esses mesmos autores, as secas mais recentes foram responsáveis pela redução de 9% no produto da agropecuária regional e de 4,5% no PIB, com uma população atingida na

ordem de 12 milhões de habitantes, dos quais, dois milhões foram inscritos nas frentes de emergências de trabalho.

Os agricultores do semi-árido nestas últimas décadas têm procurando captar e armazenar a água da chuva de diversas formas, principalmente em cisternas e barreiros. Todavia, nos longos períodos de estiagem, é a água do carro-pipa que atende às necessidades da maioria das famílias rurais na região.

Procurando amenizar os efeitos das secas, foi criado o Programa de Mobilização Social para Construção de Um milhão de Cisternas (P1MC), com a participação das comunidades na busca de soluções para a falta de água no sertão, que tem contribuído de forma substancial para o melhor aproveitamento da água de chuva (Cáritas Brasileira, 2001).

Segundo Miranda (2002), a cada dia os sertanejos estão ainda mais vulneráveis, frente aos efeitos das secas, pois vivem num ambiente ecologicamente empobrecido, incapaz de oferecer alternativas à escassez de água e alimentos, à margem das ilhas de modernidade do semi-árido.

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento junto aos agricultores de nove comunidades do município de Petrolina - PE e de Curaçá - BA, quanto às formas de captação, armazenamento e o período de utilização da água da chuva.

Metodologia

Para realização desse estudo, foram selecionadas ao acaso, nove comunidades localizadas no semi-árido dos municípios de Petrolina - PE e Curaçá - BA. A população estudada foi constituída por 81 famílias residentes nas comunidades de Sítio Caldeirão (5), Sítio Caldeirãozinho (5), Lagoa dos Cavalos (7), Varginha (9), Caiçara (7), Cacimba de Baltazar (19), Sítio Simão (5) e Barreiro (5) no município de Petrolina. Na comunidade de Fazenda Brandão no município de Curaçá, foram acompanhadas 19 famílias. O trabalho foi realizado no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2004.

Em cada comunidade foi realizado um acompanhamento durante os anos de observação com visitas mensais às famílias para identificação da existência de cisternas rurais em suas residências, das formas de captação da água, do período de utilização e de outras fontes de água utilizadas pelos agricultores. Foi instalado um pluviômetro em cada comunidade para coleta do volume das precipitações.

As variáveis analisadas foram submetidas à análise estatística para obtenção de médias (SAS, 1990).

Resultados e Discussão

A ocorrência de chuvas nas comunidades em 2002 foi, em média, de 465,3 mm (Tabela 1). Como a média plurianual, registrada em Juazeiro, BA, um dos lugares mais seco do semi-árido, é de 505 mm de chuva por ano (Cáritas, 2001), esse volume correspondeu a 92,13% desta média. Por outro lado, o ano de 2002 foi considerado de seca, onde as produções agrícolas não alcançaram resultados satisfatórios, segundo informações obtidas junto aos agricultores.

Na comunidade de Lagoa dos Cavalos, 62,25% da precipitação média mensal ocorreu no mês de janeiro (304,9 mm) e 12,54% (61,4 mm) no mês de abril (Tabela 1). Do mês de julho a outubro foi registrada uma precipitação média de 2,1mm nas comunidades e nos meses de novembro e dezembro choveu, em média, 61,1 e 26,2 mm, respectivamente. Neste ano, a água captada encheu 80% das cisternas da comunidade de Fazenda Brandão (16.000 litros), isto ocorreu porque a água da chuva era captada em todo o telhado das residências desta comunidade. Por outro lado, a falta de calhas em toda área de captação das residências foi um dos fatores que contribuiu para o baixo volume de água acumulada em 77,77% das cisternas da comunidade de Varginha, em Petrolina (PE). Nas comunidades de Pernambuco, 19,04% das residências com cisternas não captam água da chuva, a função da cisterna e acumular água de carro-pipa.

Tabela 1 - Distribuição da precipitação (mm) ocorrida nas comunidades no ano de 2002.

Comunidades	Precipitações (mm) ocorridas nas comunidades em 2002												Total
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Lag. Cavalos	304,9 ¹	32,2	0	61,4	3,0	19,2	0	0	4,7	0	46,4	18,0	489,8
Barreiro	345,5	20,5	0	45,6	0	17,7	0	0	3,2	0	35,2	12,7	480,4
Caiçará	327,2	18,7	0	35,8	1,7	15,5	0	0	0	0	25,7	14,5	439,1
Caldeirãozinho	349,5	38,3	1,5	55,5	0	13,2	0	0	0	0	31,2	16,3	505,5
Caldeirão	325,8	24,5	0	36,7	0	18,5	0	0	0	0	39,6	12,0	457,1
Varginha	348,3	26,9	0	43,4	2,4	22,5	0	0	2,7	0	30,5	10,6	487,3
Faz. Brandão	287,5	22,4	1,7	30,5	0	32,8	0	0	0	0	38,4	17,8	431,1
Cacimba Balt.	314,6	28,5	0	35,9	0	10,7	0	0	0	0	30,0	16,7	439,4
Sistio Simão	333,5	29,4	0	34,5	0	19,3	0	0	0	0	28,5	12,5	457,7
Total	2.936,8	241,4	3,2	379,3	10,1	169,4	0	0	10,6	0	305,5	131,1	4.187,4
Média	326,3	26,8	0,4	42,1	1,1	18,8	0	0	1,2	0	33,9	14,6	465,3

(¹) Precipitação registrada em pluviômetros instalados nas comunidades.

Na Figura 1, pode-se observar uma residência na comunidade de Varginha, durante o período chuvoso de 2002. Observa-se que, a calha não estava conectada a cisterna e toda água da chuva estava sendo desperdiçada.

Pode-se observar na Tabela 2 que na comunidade de Varginha, 88,89% das famílias acumularam água da chuva nas cisternas no mês de janeiro de 2002, contudo, já a partir de

junho, algumas cisternas da comunidade foram abastecidas com água de carro-pipa fornecido pela Prefeitura Municipal de Petrolina e outras vezes adquirido pelos agricultores ao preço de R\$ 60,00 por aproximadamente, 8000 litros de água. A água acumulada nos barreiros foi utilizada por 3,59% das famílias dos agricultores, para o consumo dos animais. Para as famílias que não tinham cisternas a água foi obtida de caldeirões, barreiros e carros-pipas durante todo o ano. A água de carro-pipa foi utilizada, em média, por 86,05% das famílias das comunidades.



Figura 1. Residência com cisterna na comunidade de Varginha (Petrolina - PE), com calha incompleta.

Tabela 2. Distribuição absoluta e relativa das famílias das comunidades quanto às fontes de obtenção de água e o período de utilização em 2002.

Comunidades	Fontes de obtenção da água						Período de utilização da água		
	Cisterna		Barreiro		Pipa		Cisterna	Barreiro	Carro-pipa
	n ¹	%	n	%	n	%	Meses		
Lagoa dos Cavalos	4	57,14	3	5,25	5	71,43	Jan. - Jun.	Jul. - Out.	Jul. - Dez.
Barreiro	4	80	2	2,5	5	100	Jan. - Mai.	Ago. - Dez.	Jun. - Dez.
Caiçara	6	85,71	3	3,5	6	85,71	Jan. - Jul.	Jul. - Nov.	Ago. - Dez.
Caldeirãozinho	3	60	2	3,33	4	80	Jan. - Jun.	Ago. - Dez.	Jul. - Dez.
Caldeirão	2	40	3	7,5	4	80	Jan. - Mai.	Jul - Out.	Jun. - Dez.
Varginha	8	88,89	0	0	8	88,89	Jan. - Jun.	Ago. - Set.	Jul. - Dez.
Fazenda Brandão	10	52,63	5	9,5	17	89,47	Jan. - Mai.	Ago. - Nov.	Jun. - Dez.
Cacimba Baltazar	10	52,63	0	0	15	78,95	Jan. - Jun.	Ago. - Dez.	Jul. - Dez.
Sítio Simão	4	80	8	0,71	5	100	Jan. - Jul.	Ago. - Dez.	Ago. - Dez.
Total	51	597,01	26	32,3	69	774,4	-	-	-
Média	5,67	66,33	2,89	3,59	7,67	86,05	-	-	-

¹Número de famílias acompanhadas em cada comunidade.

Na Figura 2, pode-se observar um carro-pipa abastecendo uma cisterna na comunidade da Caiçara em junho de 2002. Os agricultores, na maioria das vezes pagam para carros-pipa que abastecem as cisternas das comunidades. O transporte de água para o consumo humano fornecido pelas prefeituras é deficiente e sempre envolvido em favores políticos, segundo relatos dos agricultores.

Em 2003, choveu 433,7 mm na comunidade de Lagoa dos Cavalos com 48,18% da precipitação nos meses de abril a maio (Tabela 3). Os meses mais chuvosos foram abril e maio com 102,3 e 106,7 mm, respectivamente. Essa regularidade na precipitação permitiu que os agricultores acumulassem mais água nas cisternas e barreiros durante o período chuvoso e conseqüentemente tiveram menos dependência de água fornecida por carro-pipa neste ano.



Figura 2. Carro-pipa abastecendo cisterna na comunidade de Caiçara (Petrolina - PE) no ano de 2002.

Tabela 3 - Distribuição da precipitação (mm) ocorrida nas comunidades no ano de 2003.

Precipitações (mm) ocorridas nas comunidades em 2003													
Comunidades	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Lag. Cavalos	58,4 ¹	49,4	69,4	102,3	106,7	0	10,5	0	0	0	15,7	21,3	433,7
Barreiro	62,5	38,2	60,1	88,2	100,4	1,5	15,6	0	0	0	12,9	20,5	399,9
Caiçará	55,7	36,7	58,2	77,6	95,2	0	12,9	0	0	0	13,2	28,4	377,9
Caldeirãozinho	60,2	57,8	39,3	89,5	81,7	2,9	8,3	0	0	0	15,8	31,2	386,7
Caldeirão	58,4	41,5	42,5	100,2	96,2	0	14,5	0	0	0	19,2	18,2	390,7
Varginha	61,2	43,6	44,2	97,5	74,3	1,3	10,5	0	0	0	12,8	22,5	367,9
Faz. Brandão	70,5	40,8	48,9	68,4	59,8	17,3	22,5	0	0	0	31,9	32,5	392,6
Cacimba Balt.	54,3	44,5	57,4	93,5	82,7	0	10,8	0	0	0	27,3	28,4	398,9
Sítio Simão	51,8	43,2	62,3	81,3	78,5	0	8,5	0	0	0	18,6	31,7	375,9
Total	533,0	395,7	482,3	798,5	775,5	23,0	114,1	0	0	0	167,4	234,7	3524,2
Média	59,2	44,0	53,6	88,7	86,2	2,6	12,7	0	0	0	18,6	26,1	391,6

(¹) Precipitação registrada em pluviômetros instalados nas comunidades.

Na Figura 3, pode-se observar uma residência com captação da água da chuva em todo o telhado. Embora este sistema possibilite o aproveitamento total das chuvas, o volume da precipitação de 2002 e 2003 não encheu a maioria das cisternas das comunidades. Todavia, comparando com as residências onde a captação era feita apenas em uma parte do telhado, esse sistema possibilita maior captação da água da chuva.

Na Tabela 4, pode-se observar que na comunidade de Lagoa dos Cavalos, 71,43% das famílias utilizaram água de carro-pipa, cujo fornecimento teve início no mês de setembro de 2003. Embora tenha ocorrido uma precipitação de 18,6 e 26,1mm nos meses de novembro e dezembro de 2003, poucas famílias captaram água nas cisternas, pois segundo os mesmos as primeiras chuvas servem apenas para lavagem do telhado. Por outro lado, comparando com o ano de 2002, observa-se que a distribuição mais regular das chuvas em um período de 7 meses, possibilitou uma maior acumulação de água nas cisternas. Entretanto, neste ano, parte da água consumida pelos agricultores ainda foi proveniente de barreiros e carro-pipa.



Figura 3. Casa com sistema de captação de água da chuva em todo o telhado na comunidade de Fazenda Brandão (Curaçá - BA).

Na Tabela 5, pode-se observar que o ano de 2004 foi atípico em todo o semi-árido com relação ao volume precipitado e a distribuição das chuvas no tempo. Na comunidade de Fazenda Brandão choveu 870,3 mm, dos quais 88,33% dessa precipitação (769 mm) ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro (Tabela 5). Essa precipitação é superior a precipitação ocorrida nos anos de 2002 e 2003, nesta comunidade. Todavia, a partir de abril até dezembro, não ocorreram chuvas significativas. O ano de 2004 foi o mais chuvoso das últimas décadas e

mesmo assim, a seca não poupou os pequenos agricultores no segundo semestre deste ano. Neste ano, 98% das cisternas das comunidades encheram com as chuvas de janeiro e fevereiro.

TABELA 4. Distribuição absoluta e relativa dos das famílias das comunidades quanto às fontes de obtenção de água e o período de utilização no ano de 2003.

Comunidades	Fontes de obtenção da água						Período de utilização da água		
	Cisterna		Barreiro		Pipa		Cisterna	Barreiro	Carro-pipa
	n ¹	%	n	%	n	%	Meses		
Lagoa dos Cavalos	3	42,86	1	2,33	5	71,43	Jan. - Out.	Out. - Dez.	Out. - Dez.
Barreiro	2	40	1	2,5	2	40	Jan. - Ago.	Ago. - Dez.	Out. - Dez.
Caiçara	2	28,57	1	3,5	4	57,14	Jan. - Set.	Set. - Nov.	Out. - Dez.
Caldeirãozinho	1	20	1	5,0	1	20	Jan. - Out.	Ago. - Dez.	Set. - Dez.
Caldeirão	1	20	1	5,0	1	20	Jan. - Set.	Set. - Out.	Out. - Dez.
Varginha	4	44,44	1	2,25	4	44,44	Jan. - Set.	Ago. - Set.	Out. - Dez.
Fazenda Brandão	7	36,84	2	5,43	10	52,63	Jan. - Out.	Ago. - Nov.	Out. - Dez.
Cacimba Baltazar	6	31,58	2	6,33	11	57,89	Jan. - Set.	Ago. - Dez.	Set. - Dez.
Sítio Simão	2	40	1	2,5	2	40	Jan. - Ago.	Ago. - Dez.	Nov. - Dez.
Total	28	304,29	11	34,8	40	403,5	-	-	-
Média	3,11	33,81	1,22	3,87	4,44	44,84	-	-	-

¹Número de famílias acompanhadas em cada comunidade.

Tabela 5 - Distribuição da precipitação (mm) ocorrida nas comunidades no ano de 2004.

Comunidades	Precipitações (mm) ocorridas nas comunidades no ano de 2004												Total
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Lag. Cavalos	430,5	277,5	59,5	8,8	25,6	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	818,4
Barreiro	389,7	275,8	87,5	9,5	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7	0,0	796,6
Caiçará	421,3	288,5	56,1	7,2	18,7	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0	807,8
Caldeirãozinho	378,6	239,7	57,5	6,5	19,3	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	714,4
Caldeirão	435,8	321,5	55,9	8,2	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0	846,3
Varginha	456,4	297,4	62,3	9,4	15,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	853,2
Faz. Brandão	487,5	281,5	61,7	10,5	16,4	3,0	0,9	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	870,3
Cacimba Balt.	421,5	278,3	94,2	8,9	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0	830,6
Sítio Simão	399,7	278,5	68,7	8,7	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0	785,2
Total	3.821,0	2.538,7	603,4	77,7	169,8	19,5	0,9	0,0	0,0	0,0	91,8	0,0	7.322,8
Média	424,6	282,1	67,0	8,6	18,9	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	10,2	0,0	813,6

(1) Precipitação registrada em pluviômetros instalados nas comunidades.

Pode-se observar na Tabela 6 que na comunidade de Lagoa dos Cavalos e Cacimba do Baltazar os agricultores já utilizaram água de carro-pipa no mês de junho, contrariando as expectativas de que com a quantidade de chuva que ocorreu em janeiro e fevereiro de 2004, as cisternas e os barreiros acumulariam água suficiente para o atendimento das necessidades dos agricultores e sua família durante todo ano de 2004. Todavia, a capacidade de armazenamento de água nas cisternas não possibilitou o aproveitamento do excesso de chuvas nesse ano.

Tabela 6. Distribuição absoluta e relativa das famílias das comunidades quanto às fontes de obtenção de água e o período de utilização em 2004.

Comunidades	Fontes de obtenção da água						Período de utilização da água		
	Cisterna		Barreiro		Pipa		Cisterna	Barreiro	Carro-pipa
	n ¹	%	n	%	n	%	Meses		
Lagoa dos Cavalos	4	57,14	2	3,5	4	57,14	Jan. - Jun.	Jul. - Out.	Jun. - Dez.
Barreiro	4	80	2	2,5	3	60,00	Jan. - Ago.	Ago. - Dez.	Set. - Dez.
Caiçara	6	85,71	3	3,5	3	42,86	Jan. - Jul.	Jul. - Nov.	Ago. - Dez.
Caldeirãozinho	4	80	2	2,5	2	40,00	Jan. - Ago.	Ago. - Dez.	Set. - Dez.
Caldeirão	3	60	2	3,33	2	40,00	Jan. - Set.	Jul. - Nov.	Out. - Dez.
Varginha	7	77,78	3	3,86	5	55,56	Jan. - Jun.	Ago. - Out.	Jul. - Dez.
Fazenda Brandão	19	100	3	3,0	15	78,95	Jan. - Ago.	Ago. - Dez.	Set. - Dez.
Cacimba Baltazar	12	63,16	5	7,92	14	73,68	Jan. - Jun.	Ago. - Dez.	Jun. - Dez.
Sítio Simão	4	80	2	2,5	3	60,00	Jan. - Jul.	Ago. - Nov.	Set. - Dez.
Total	63	683,79	24	32,61	51	508,19	-	-	-
Média	7,0	75,98	2,67	3,62	5,67	56,47	-	-	-

(1) Número de famílias acompanhadas em cada comunidade.

Conclusões

As cisternas rurais e outras fontes de captação e acumulação de água da chuva no semi-árido do Nordeste brasileiro, embora tenham contribuído, em parte, para o alívio das populações rurais, não têm capacidade para captar um volume de água suficiente para atender as necessidades dos agricultores, pois mesmo em anos de precipitação considerada acima do normal, a estiagem que ocorre no período de seca gera calamidades para famílias das zonas rurais provocando graves transtornos para seus habitantes.

Referências Bibliográficas

CÁRITAS BRASILEIRA. **Água de chuva:** o segredo da convivência com o Semi-Árido brasileiro. Cáritas Brasileira, Comissão Pastoral da Terra, Fian/Brasil – São Paulo: Paulinas, 2001. il. 104p.

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.

MIRANDA, E. E. **O sertão vai virar pasto.** Jornal da Ciência, 27 de agosto de 2002.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT User` Guide**, version 8, ed. Cary: NC, 1999. 3384p.



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

Capacidade de captação da água de chuva em cisternas de comunidades da zona rural do município de Petrolina, Pernambuco

Nilton de Brito Cavalcanti, Luiza Teixeira de Lima Brito, Geraldo Milanez Resende.
Pesquisadores da Embrapa Semi-Árido. C. Postal, 23. CEP-56.302-970. Petrolina, PE. E-mail: nbrito@cpatsa.embrapa.br

Resumo

A cisterna é uma forma milenar de armazenar água das chuvas em regiões que não dispõem de fornecimento de água permanente. 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 a água das cisternas não têm sido suficiente para atender as necessidades das famílias rurais. Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento junto aos agricultores de quatro comunidades do município de Petrolina, PE, quanto capacidade de captação e armazenamento de água da chuva em cisternas. O trabalho foi realizado de janeiro a dezembro de 2004 com os agricultores das comunidades de Caldeirão, Varginha e Cacimba do Baltazar. Foram acompanhadas 33 famílias. Os resultados obtidos demonstraram que no período analisado a precipitação média foi de 813,6 mm. A água da chuva acumulada nas cisternas não foi suficiente para atender as necessidades dos agricultores no período de seca. Os carros-pipa têm contribuído significativamente na complementação da água para os agricultores da zona rural. Com esses resultados, pode-se concluir que as cisternas 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 seca.

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 para 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 e o armazenamento da água de chuva, com destaque para cisterna rural que pode aumentar a disponibilidade e melhorar a qualidade das águas utilizadas pelos agricultores (Lopes, 2005).

O Programa de Mobilização Social para Construção de Um milhão de Cisternas (P1MC) criado pelo governo federal com a participação das comunidades na busca de soluções para a falta de água no sertão que tem contribuído de forma substancial para o melhor aproveitamento da água de chuva (Cáritas, 2001). A capacidade de armazenamento de água nas cisternas não tem sido, suficiente para o consumo das famílias rurais nos períodos de seca.

Embora a cisterna tenha contribuído para amenizar o problema da falta de água para o consumo humano, esta forma de armazenamento tem apresentado em algumas comunidades problemas relacionados com a qualidade da água, visto que foram encontrados níveis de coliformes fecais acima dos permitidos na água de algumas cisternas (Amorim & Porto, 2001). Esta contaminação pode ser proveniente da água transportada por carros-pipa e/ou pelo manejo inadequado das cisternas.

A maior parte das doenças adquiridas no sertão do Nordeste vem pela água contaminada obtida da água de chuva estocada no chão de barreiros, açudes, onde os animais domésticos e silvestres buscam suprir suas necessidades de água. Estas águas utilizadas pelas famílias para o atendimento de suas necessidades são fontes de doenças como; amebíase, diarreia, tifo, cólera. Assim a captação de água de chuva por cisternas proporciona às famílias água com mais qualidade (Cáritas, 2001).

O dimensionamento das cisternas, cuja maioria suportam 16 m³ de água, tem causado alguns transtornos para muitas famílias que em anos de chuvas regulares, não conseguem aproveitar toda a água das chuvas, 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 de água de chuva em cisternas utilizadas por agricultores de quatro comunidades do município de Petrolina, PE.

Metodologia

Para realização desse estudo foram selecionadas ao acaso quatro comunidades localizadas no semi-árido do município de Petrolina, PE. A população estudada foi constituída por 33 famílias, sendo seis residentes nas comunidades de Sítio Caldeirão e Caldeirãozinho, oito na comunidade de Varginha e dezenove na comunidade de Cacimba do Baltazar. O trabalho foi realizado no período de janeiro a dezembro de 2004.

Em cada comunidade foi realizado um acompanhamento durante o ano de 2004 com visitas mensais às famílias para identificação da existência de cisternas em suas residências, das formas de captação da água, do período de utilização e das fontes alternativas utilizadas pelos agricultores para obtenção de água. Em cada residência foi determinado o tamanho da área de captação dos telhados, o volume de água da chuva captada em cada cisterna e o volume necessário para o consumo das famílias utilizando as fórmulas descritas na Tabela 1. Foi instalado um pluviômetro em cada comunidade para coleta do volume das precipitações.

Tabela 1 - Fórmulas para o dimensionamento da área de captação, do volume e da quantidade necessária de água de chuva para consumo.

Volume de água (V_a) necessário à família (litros ou m^3)			
Número de pessoas (n)	Consumo médio por pessoa por dia, em litros (c)	Período sem chuvas, em dias (p)	Quantidade de água necessária $V_a = n \times p \times c$
5	14	240	$V_a = 16.800 \text{ litros} = 16,8m^3$
Dimensões do tanque de armazenamento e volume de água captado			
Forma circular: $V_a = 3,14 \times r^2 \times h$		Forma quadrática: $V_a = y \times z \times h$	
$V_a = 16,8 m^3$		$V_a = 16,8 m^3$	
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 (m^2): $A = \frac{V_a}{P \times e}$		A = 47,00 m^2	

P = quantidade média de chuva da região, considerando P = 400 mm = 0,4m
e = valor médio do escoamento superficial da área e = 0,90

(Silva et al., 1988)

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística para obtenção das médias (SAS, 1999).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, pode-se observar que no ano de 2004 choveu 853,2 mm na comunidade de Varginha, 846,3 mm na comunidade de Sítio Caldeirão e 830,6 mm na comunidade de Cacimba do Baltazar. 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, no ano de 2004 ainda

ocorreram problemas nas comunidades devido à falta de água para o consumo dos habitantes no período de estiagem que ocorreu de junho a dezembro.

Tabela 2 - Distribuição da precipitação (mm) ocorrida nas comunidades no ano de 2004.

Comunidade	Precipitações (mm) ocorridas nas comunidades no ano de 2004												Total
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Caldeirão	435,8	321,5	55,9	8,2	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0	846,3
Varginha	456,4	297,4	62,3	9,4	15,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	853,2
Cacimba Baltazar	421,5	278,3	94,2	8,9	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0	830,6
Total	3821,0	2538,7	603,4	77,7	169,8	19,5	0,9	0,0	0,0	0,0	91,8	0,0	7322,8
Média	424,6	282,1	67,0	8,6	18,9	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	10,2	0,0	813,6

(¹) Precipitação registrada em pluviômetro instalado na comunidade.

Pode-se observar na Tabela 3 que, das 8 famílias acompanhadas na comunidade de Varginha, apenas uma não tinha cisterna em sua residência. Esta família composta por 5 pessoas, sendo duas adultas e três crianças obtiveram água durante todo o ano de 2004 de carros-pipa e barreiros. Por outro lado, 62,5% das famílias da comunidade não captaram água das chuvas de 2004, como se pode observar na Figura 1, uma residência sem sistema de captação para cisterna, desperdiçando toda água da chuva. Nesta comunidade, 66,66% das famílias que captaram água da chuva nas cisternas enfrentaram problemas na seca, por causa da capacidade de armazenamento máxima que era de 16 m³ e suas necessidades excediam este volume, levando as mesmas a buscarem água nos carros-pipa.

Tabela 3. Famílias, número de pessoas, capacidade de captação de água da chuva nos telhados das residências, volume captado e volume de água necessário para o consumo das pessoas na comunidade de Varginha em 2004.

Família	Número de pessoas (n)	Área de captação no telhado (m ²)	Volume estimado da água captada (m ³)	Capacidade da cisterna (m ³)	Volume da água da chuva captado (m ³)	Volume de água necessário à família (m ³)
1	4	20,0	15,4	16	0	20,4
2	3	25,5	19,6	16	0	15,3
3	2	36,0	27,6	16	16	10,2
4	4	45,0	34,6	16	0	20,4
5	3	30,0	23,0	sc	0	15,3
6	4	63,0	48,4	16	16	20,4
7	8	90,0	69,1	16	16	40,9
8	3	30,0	23,0	16	0	15,3
Total		219,5	120,2	112	48	158,4
Média		36,6	24,0	14	6,85	17,0

(sc) Família sem cisterna na residência.



Figura 1. Água da chuva sendo desperdiçada em residência sem calhas para captação da água para cisterna na comunidade de Varginha (Petrolina -PE).

As famílias que não captaram a água da chuva no telhado de suas residências em 2004, utilizaram água proveniente de carros-pipa como se pode observar na Figura 2. Segundo alguns agricultores, a água da chuva não é boa, pois o telhado contém muita sujeira. Esses agricultores, na sua maioria desconhecem a origem da água dos carros-pipa que coletam água, principalmente do rio São Francisco, lagoas, barragens e canais de irrigação.



Figura 2. Carro-pipa abastecendo cisterna na comunidade de Cacimba do Baltazar (Petrolina -PE).

Nas comunidades de Sítio Caldeirão e Caldeirãozinho as chuvas de 2004, totalizaram 846,3 mm, possibilitando a captação média de 25,3 m³ por área dos telhados das residências. Todavia, apenas 50% das famílias destas comunidades captaram água das chuvas, que por causa da capacidade da cisterna de 16 m³ não foi suficiente para o consumo durante o período de seca, sendo parte de suas necessidades atendidas por carros-pipa e água de barreiros.

Tabela 4. Famílias, número de pessoas, capacidade de captação de água da chuva nos telhados das residências, volume captado e volume de água necessário para o consumo das pessoas nas comunidades de Sítio Caldeirão e Caldeirãozinho em 2004.

Família	Número de pessoas (n)	Área de captação no telhado (m ²)	Volume estimado da água captada (m ³)	Capacidade da cisterna (m ³)	Volume da água da chuva captado (m ³)	Volume de água necessário à família (m ³)
1	4	40,0	30,5	sc	0	20,4
2	5	32,2	24,5	16	16,0	25,6
3	4	37,5	28,6	16	16,0	20,4
4	4	28,0	21,3	sc	0	20,4
5	5	32,5	24,8	16	16,0	25,6
6	4	30,0	22,4	sc	0	20,4
Total	26	200,2	152,1	48	48	132,8
Média	4,33	33,37	25,35	8	8	22,13

(sc) Família sem cisterna na residência.

Na Figura 3, pode-se observar uma residência na comunidade de Sítio Caldeirãozinho onde foi escavado um buraco para construção de uma cisterna pela Prefeitura Municipal de Petrolina e a mais de dois anos a família espera sua construção.



Figura 3. Residência na comunidade de Sítio Caldeirãozinho (Petrolina - PE) com cisterna em fase de construção.

Na Tabela 5, pode-se observar que na comunidade de Cacimba do Baltazar, das 19 famílias acompanhadas, 52,63% não possuem cisternas em suas residências. Para estas famílias a busca por água para consumo nos meses de seca é bastante árdua. A maior parte da água consumida por estas famílias é obtida de carro-pipa, cacimbas e barreiros. Das famílias que possuem cisternas, 55,55% não captam água das chuvas por falta de calhas no telhado.

Tabela 5. Famílias, número de pessoas, capacidade de captação de água da chuva nos telhados das residências, volume captado e volume de água necessário para o consumo das pessoas na comunidade de Cacimba do Baltazar em 2004.

Família	Número de pessoas (n)	Área de captação no telhado (m ²)	Volume estimado da água captada (m ³)	Capacidade da cisterna (m ³)	Volume da água da chuva captado (m ³)	Volume de água necessário à família (m ³)
1	2	63,0	47,1	16	34,0	10,2
2	2	30,0	22,4	0	0,0	10,2
3	7	55,0	41,1	16	38,9	35,8
4	5	42,0	31,4	16	51,0	25,6
5	3	12,5	9,3	0	0,0	15,3
6	5	40,0	29,9	0	0,0	25,6
7	6	58,5	43,7	16	36,6	30,7
8	2	63,0	47,1	0	0,0	10,2
9	4	48,0	35,9	0	0,0	20,4
10	5	32,0	23,9	sc	0	0
11	2	12,5	9,3	sc	0	0
12	4	48,0	35,9	sc	0	0
13	3	40,0	29,9	sc	0	0
14	4	35,0	26,2	sc	0	0
15	2	48,0	35,9	sc	0	0
16	4	30,0	22,4	sc	0	0
17	3	48,0	35,9	sc	0	0
18	5	30,0	22,4	sc	0	0
19	5	30,0	22,4	sc	0	0
Total		301,0	225,0	64,0	160,4	184,0
Média		43,0	32,1	7,1	22,9	21,9

(sc) Família sem cisterna na residência.

Na Figura 4, pode-se observar uma residência na comunidade de Cacimba do Baltazar com calha apenas em um lado do telhado. Embora os agricultores consigam captar parte da água das chuvas, a falta de calhas têm sido um fator de impedimento do aproveitamento total da água de chuva na região.



Figura 4. Residência com calha para captação de água da chuva apenas em 50% do telhado na comunidade de Cacimba do Baltazar (Petrolina - PE).

Conclusões

As cisternas rurais das comunidades não acumulam toda água das chuvas por falta de calhas nos telhados. A área de captação não possibilita o armazenamento de água suficiente para atender as necessidades dos agricultores. Há 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 armazenar toda água das chuvas.

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 SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 3., 2001, Campina Grande - PB. **Anais...** Campina Grande, PB: Embrapa Semi-Árido/IRPAA/ABCMAC, 2001. CD-ROM.
- BRITO, L. T. L.; PORTO, E. R. Cisterna rural: água para o consumo humano. In. : SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 1., 1997, Petrolina, PE. A captação de água da chuva: a base para viabilização do semi-árido brasileiro. **Anais...** Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido/IRPAA/IRCSA, 1999. 186p.
- CÁRITAS BRASILEIRA. **Água de chuva:** o segredo da convivência com o Semi-Árido brasileiro. Cáritas Brasileira, Comissão Pastoral da Terra, Fian/Brasil – São Paulo: Paulinas, 2001. il. 104p.
- 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 16 de fevereiro de 2005.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT User` Guide**, version 8, ed. Cary: NC, 1999. 3384p.
- 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).



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

ESCASSEZ E DESPERDÍCIO DE ÁGUA DE CHUVA EM COMUNIDADES DO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE

Nilton de Brito Cavalcanti, Luiza Teixeira de Lima Brito, Geraldo Milanez Resende.
Pesquisadores da Embrapa Semi-Árido. C. Postal, 23. CEP-56.302-970. Petrolina, PE. E-mail: nbrito@cpatsa.embrapa.br

Resumo

No semi-árido do Nordeste brasileiro, a água é o principal obstáculo para a sobrevivência dos agricultores e animais. A vulnerabilidade a que estão expostas as populações rurais, em decorrência da instabilidade climática é dramatizada pelos períodos de seca que ocorrem, em média, a cada cinco anos. Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento em comunidades da região semi-árida de Pernambuco e da Bahia, quanto à escassez e o desperdício de água de chuva no ano de 2004. Para realização desse estudo, foram selecionadas, ao acaso, nove comunidades da região semi-árida, sendo oito no município de Petrolina, PE e uma no município de Curaçá, BA. O trabalho foi realizado no período de janeiro a dezembro de 2004. Após a seleção das comunidades foi realizado um levantamento das fontes de captação e acumulação de água de chuva utilizada pelos agricultores. Foram realizadas visitas mensais as comunidades para o acompanhamento do volume de água acumulada nas cisternas, barreiros, barragens, etc. Com os resultados obtidos, pode-se concluir que o volume de chuvas que ocorreu nas comunidades em 2004 foi suficiente para suprir a deficiência de água para os diferentes usos no meio rural, como consumo humano, animal e produção agrícola. Por outro lado, são poucas as alternativas tecnológicas desenvolvidas e/ou adaptadas às condições do semi-árido para a captação e o armazenamento da água de chuva, o que têm contribuído para as calamidades provocadas pela seca.

Palavras-chave: precipitação, água, escoamento, semi-árido.

Introdução

O Semi-Árido do Nordeste brasileiro é considerado um dos mais úmidos do planeta, visto que, a precipitação pluviométrica média é de 750 mm, podendo ocorrer anos de precipitação acima de 1000 mm o que significa um volume de água considerável para uma

região onde há deficiência e irregularidade na distribuição de chuvas que provocam secas periódicas (Cáritas, 2001).

Segundo Rebouças (2002) nos 600.000 km² de terrenos cristalinos do Nordeste semi-árido, as médias pluviométricas variam entre 400 e 800 mm anuais, enquanto que as taxas de evaporação em "tanques Classe A" variam entre 1000 e 3000 mm/ano. Segundo este autor, "... não seria correto dizer que chove pouco no semi-árido do Nordeste, mas que evapora muito".

Contudo, a falta de água é o principal obstáculo para a sobrevivência dos agricultores e animais nos sertões do semi-árido. A vulnerabilidade a que está exposta esta região, é decorrência da instabilidade climática, é dramatizada pelos períodos de seca que ocorrem, em média, a cada cinco anos (Cruz et. al., 1999).

Neste contexto, a busca de soluções para essas calamidades, remota ao século 19, quando em 1845 o Imperador D. Pedro II deu início as primeiras iniciativas locais de combate as secas implementadas pelo Estado. Com a criação em 1909 da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS) e transformada depois no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), teve início um programa de combate as secas, cujo objetivo principal foi a acumulação de águas através da açudagem e das obras de infra-estrutura com duração de 1909 a 1945 (Garrido, 1999). Contudo, o baixo desenvolvimento do semi-árido ainda é atribuído a escassez dos recursos hídricos.

Embora, nos últimos anos nesta região tenham ocorrido transformações sem precedentes: intensiva urbanização, desenvolvimento da infra-estrutura e expansão da irrigação no Vale do São Francisco, no oeste da Bahia e no Rio Grande do Norte, os sertanejos estão ainda mais vulneráveis, frente aos efeitos das secas, pois vivem num ambiente ecologicamente empobrecido, incapaz de oferecer recursos alternativos à escassez de água e alimentos, à margem das ilhas de modernidade do semi-árido (Miranda, 2002).

Recentemente foi criado o Programa de Mobilização Social para Construção de 1 milhão de Cisternas (P1MC) com a participação das comunidades na busca de soluções para a falta de água no sertão (Cáritas Brasileira, 2001). Quando concluído este programa, sem dúvidas, contribuirá positivamente para a solução do problema de falta de água no semi-árido, porém, devido aos problemas de gestão que acarretam a maior parte dos programas sociais brasileiros, esta solução provavelmente levará mais outro século para acontecer.

Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento em comunidades da região semi-árida de Pernambuco e da Bahia, quanto à escassez e o desperdício de água de chuva no ano de 2004.

Metodologia

Para realização desse estudo, foram selecionadas, ao acaso, nove comunidades da região semi-árida, sendo oito no município de Petrolina, PE (Lagoa dos Cavalos, Barreiro, Caiçara, Caldeirãozinho, Caldeirão, Varginha, Cacimba do Baltazar e Sítio Simão) e a comunidade de Fazenda Brandão no município de Curaçá, BA. O trabalho foi realizado no período de janeiro a dezembro de 2004.

Após a seleção das comunidades foi realizado um levantamento das fontes de captação e acumulação de água de chuva existente em cada comunidade (cisternas, barreiros, cacimbas, barragens, açudes), e também das fontes utilizadas pelos agricultores. Foram realizadas visitas mensais as comunidades para o acompanhamento do volume de água acumulada em cada fonte.

Resultados e Discussão

As chuvas que ocorreram nas comunidades no ano de 2004 com uma precipitação média de 813,6 mm (Tabela 1) foram acima da média da região, tomando-se como base a média plurianual, registrada em Juazeiro, BA, um dos lugares mais seco do semi-árido que é de 505 mm de chuva por ano (Cáritas, 2001).

Na comunidade de Caldeirão, a precipitação total de 2004 foi de 846,3 mm com 51,49% dessa precipitação no mês de janeiro e 37,98% no mês de fevereiro. Esse volume de água, se acumulado, seria suficiente para sustentação dos agricultores e seus animais durante o período de seca, além de poder ainda ser utilizado para produção de uma horta caseira, todavia, a água acumulada nas comunidades não é suficiente para atender as necessidades das famílias rurais.

Tabela 1 - Distribuição da precipitação (mm) ocorrida nas comunidades no ano de 2004.

Comunidade	Precipitações (mm) ocorridas nas comunidades no ano de 2004												Total
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Lag. Cavalos	430,5	277,5	59,5	8,8	25,6	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	818,4
Barreiro	389,7	275,8	87,5	9,5	20,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7	0,0	796,6
Caiçará	421,3	288,5	56,1	7,2	18,7	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0	807,8
Caldeirãozinho	378,6	239,7	57,5	6,5	19,3	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	714,4
Caldeirão	435,8	321,5	55,9	8,2	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0	846,3
Varginha	456,4	297,4	62,3	9,4	15,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	853,2
Faz. Brandão	487,5	281,5	61,7	10,5	16,4	3,0	0,9	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	870,3
Cacimba Balt.	421,5	278,3	94,2	8,9	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	0,0	830,6
Sítio Simão	399,7	278,5	68,7	8,7	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0	785,2
Total	3821,0	2538,7	603,4	77,7	169,8	19,5	0,9	0,0	0,0	0,0	91,8	0,0	7322,8
Média	424,6	282,1	67,0	8,6	18,9	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	10,2	0,0	813,6

(¹) Precipitação registrada em pluviômetro instalado na comunidade.

Na Figura 1, pode-se observar uma nuvem com chuvas na comunidade de Cacimba do Baltazar em 20 de janeiro de 2004. A maior parte da água das chuvas nesta comunidade é desperdiçada por escoamento superficial, ficando uma pequena parcela retida nas cisternas, barreiros e barragens. Assim, considerando a precipitação nesta comunidade em 2004 que foi de 830,6 mm e o tamanho médio da área de captação das casas de 40 m², seria possível captar e armazenar um volume de 35,1 m³, em média por residência. Esse volume de água seria suficiente para atender as necessidades de uma família com 5 pessoas por um período de 240 dias, durante os 8 meses de seca que geralmente não ocorre chuva no semi-árido. Como a maior parte das cisternas existentes nas residências tem capacidade máxima de 16 m³, praticamente, 45,58% da água de chuva que cai nos telhados não é aproveitada.



Figura 1. Ocorrência de chuva na comunidade de Cacimba do Baltazar, Petrolina, PE.

Na Figura 2, pode-se observar um pluviômetro instalado na comunidade da Caiçara para medição da precipitação ocorrida no período de janeiro a dezembro de 2004.



Figura 2. Pluviômetro instalado na comunidade de Caiçará, Petrolina, PE.

O desperdício de água de chuva no semi-árido têm seu agravamento no volume de água que, anualmente, perde-se por escoamento superficial alcançando valores de 36 bilhões de m³ ou 5,1% do total da precipitação pluviométrica anual da região (Rebouças & Marinho, 1972; Vieira, 1999). Na Figura 3, pode-se observar a ocorrência de escoamento superficial na comunidade de Caldeirão.



Figura 3. Escoamento superficial da água de chuva numa estrada da comunidade de Caldeirão, Petrolina, PE, em fevereiro de 2004.

Nas comunidades de Varginha e Caldeirão, a água da chuva que não é retida nos barreiros e barragens, escoam pelos riachos até os rios temporários formando um volume muito grande de água como se pode ver nas Figuras 4 e 5. Essa água proveniente do escoamento

superficial, se armazenada em partes, poderia servir para que as populações rurais do semi-árido tivessem condições de produzir as culturas alimentares em períodos de seca, como também gerar uma fonte de renda alternativa com outros cultivos comerciais. Contudo, das centenas de açudes e barragens existentes no Nordeste, principalmente no semi-árido onde grande volume de água proveniente do escoamento superficial é armazenado, pouca transformação tem sido observada fora dos limites destes, demonstrando-se assim que, a água simplesmente não resolve os problemas da região semi-árida.



Figura 4. Escoamento superficial da água de chuva em um rio temporário na comunidade de Varginha, Petrolina, PE, em janeiro de 2004.



Figura 5. Escoamento superficial da água de chuva em um rio temporário na comunidade de Caldeirão, Petrolina, PE, em janeiro de 2004.

Na Figura 6, pode-se observar uma residência na comunidade de Varginha no momento da ocorrência de uma chuva, onde toda água é desperdiçada por falta de calha no telhado para a captação e armazenamento da água. Segundo a moradora desta residência, a água da chuva não é limpa e os carros-pipa fornece água de melhor qualidade.



Figura 6. Residência na comunidade de Varginha (Petrolina - PE) no momento de uma chuva, em fevereiro de 2004 sem o aproveitamento da água.

Conclusões

O volume de chuvas que ocorreu nas comunidades é suficiente para suprir a deficiência de água para os diferentes usos no meio rural, como consumo humano, animal e produção agrícola. São poucas as alternativas tecnológicas desenvolvidas e/ou adaptadas às condições do semi-árido brasileiro para a captação e o armazenamento da água de chuva, o que têm contribuído para o agravamento das calamidades provocadas pela seca na região. As ações governamentais implementadas na região semi-árida do Nordeste, via programas de construção de cisternas rurais e outras fontes de captação e acumulação de água, embora tenham contribuído, em parte, para o alívio das populações rurais atendidas por esses programas, ainda não foram suficientes para a grande transformação da região que é a convivência com a seca.

Referências Bibliográficas

- CÁRITAS BRASILEIRA. **Água de chuva**: o segredo da convivência com o Semi-Árido brasileiro. Cáritas Brasileira, Comissão Pastoral da Terra, Fian/Brasil – São Paulo: Paulinas, 2001. il. 104p.
- 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.
- GARRIDO, R. J. **O combate à seca e a gestão dos recursos hídricos no Brasil**. In.: O estado das águas no Brasil/org. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas – Brasília, DF: ANEEL, SIH; MMA, SRH; MME, 1999. 334p.
- MIRANDA, E. E. O sertão vai virar pasto. Jornal da Ciência, 27 de agosto de 2002.
- REBOUÇAS, A. C.; MARINHO, M. E. **Hidrologia das secas do Nordeste do Brasil**. Recife, SUDENE-DRN, Divisão de Hidrologia, 1972. 126p. (BRASIL. SUDENE. Hidrologia, 40).
- REBOUÇAS, A.C. **A inserção da água subterrânea no Sistema Nacional de Gerenciamento**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V. 7, n. 4, Out./Dez. 2002. p. 39-50.
- VIEIRA, V. P. P. B. **Água doce no semi-árido**. In.: Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. Organização e coordenação científica Aldo da Cunha Rbouças, Benedite Braga, José Galizia Tundisi. São Paulo: Escrituras Editora, 1999. 717p.



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO SERTÃO DO NORDESTE EM PERÍODO DE SECA

Nilton de Brito Cavalcanti, Luiza Teixeira de Lima Brito, Geraldo Milanez Resende.
Pesquisadores da Embrapa Semi-Árido. C. Postal, 23. CEP-56.302-970. Petrolina, PE. E-mail: nbrito@cpatsa.embrapa.br

Resumo

A questão da água na região semi-árida não está limitada unicamente ao seu fornecimento para os habitantes, pois a qualidade da mesma e sua conservação têm sido causa de alguns transtornos para muitas famílias, principalmente da zona rural, devido a fatores contaminantes, tanto biológicos como não biológicos. Há relatos de contaminação com vários microrganismos do grupo coliformes fecais e bactérias. Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento dos meios utilizados para o transporte e armazenamento de água para o consumo humano em alguns municípios do semi-árido do Nordeste em período de seca. Para realização desse estudo foram realizadas viagens a alguns municípios e comunidades da região com o objetivo de observar a forma que a água estava sendo transportada e armazenada para atender as necessidades de consumo de água das famílias nas zonas rurais e urbanas no período de janeiro a dezembro de 2003. Em cada localidade visitada foram obtidas informações quanto à fonte de água, os meios de transporte da água e o tipo de recipiente utilizado para armazenar a mesma. Foram realizadas entrevistas com agricultores, motoristas de carros-pipa e vendedores de bombonas e tambores de aço utilizados para o transporte e o armazenamento de água. Os resultados obtidos indicam que, os meios de transporte de água utilizados para o atendimento das populações em períodos de seca não atendem as exigências da legislação em vigor. Há falta de fiscalização na utilização dos carros-pipa para o transporte de água para o consumo humano. Alguns recipientes utilizados pelos agricultores para o transporte e o armazenamento de água para o consumo não são adequados e pode causar danos a saúde.

Palavras-chave: água, carro-pipa, semi-árido, transporte.

Introdução

A falta de água é o principal obstáculo para a sobrevivência dos agricultores e animais nos períodos de estiagem no Semi-Árido. A vulnerabilidade a que está exposta esta região é decorrência da instabilidade climática, dramatizada pelos períodos de seca que ocorrem, em média, a cada cinco anos (Cruz et. al., 1999). Recentemente foi criado o Programa de Mobilização Social para Construção de 1 milhão de Cisternas (P1MC) com a participação das comunidades na busca de soluções para a falta de água no sertão (Cáritas, 2001).

A construção de cisternas tem contribuído de forma significativa para amenizar a falta de água para as populações do Semi-Árido. Todavia, a falta de conservação e manejo adequado das cisternas, tais como, falta de tampas, rachaduras, cordas e baldes utilizados para retirar a água e os diversos meios de transporte de água, têm proporcionado a contaminação da mesma (Amorim & Porto, 2003).

A questão da água nesta região não está limitada unicamente ao seu fornecimento para os habitantes, pois a qualidade da mesma e sua conservação têm sido causa de alguns transtornos para muitas famílias, principalmente da zona rural, devido a fatores contaminantes, tanto biológicos como não biológicos (Amorim & Porto, 2003).

Há relatos de contaminação com vários microrganismos do grupo coliformes totais, fecais e bactérias como *Pseudomonas aeruginosa* (Ruskin & Patrick, 1988). Alguns protozoários como o *Cryptosporidium* e a *Giardia* podem estar presentes nas águas das cisternas e causar sérios danos à saúde da família (Crabtree, 1996). Amorim & Porto (2001) detectaram contaminação por coliformes fecais em diversas cisternas da zona rural do município de Petrolina, PE, demonstrando, assim, a necessidade de rever o projeto de construção e manejo das águas das cisternas na região.

Diversas ações governamentais têm sido implementadas na região Nordeste brasileira com o objetivo de atender as necessidades das famílias nos períodos de seca, tanto da zona rural quanto urbana. Entre estes programas, a construção de cisternas rurais e outras fontes de captação e acumulação de água, embora tenham contribuído, em parte, para amenizar os

problemas da falta de água para consumo, não foram suficientes para promover o atendimento necessário para amenizar a sede dos sertanejos.

Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento dos meios utilizados para o transporte e armazenamento de água para o consumo humano em alguns municípios do semi-árido do Nordeste em período de seca.

Metodologia

Foram realizadas várias viagens a alguns municípios e comunidades do semi-árido com o objetivo de observar a forma que a água estava sendo transportada para atender as necessidades de consumo de água das famílias nas zonas rurais e urbanas no período de janeiro a dezembro de 2003.

Foram visitados os municípios de Petrolina, Arcoverde, Sertânia, Pesqueira, Venturosa, São Bento do Una, Alagoinha e Custódia no Estado de Pernambuco. No Estado da Bahia foram visitados os municípios de Curaçá, Uauá, Juazeiro, Jaguarari e Casa Nova. No Estado de Alagoas foram visitados os municípios de Pão de Açúcar, Olho D'água do Casado e Santana do Ipanema. Em cada localidade visitada foram obtidas informações, quanto às fontes de água utilizadas, os meios de transporte da água e os tipos de recipientes utilizados para seu armazenamento. Foram realizadas entrevistas com agricultores, motoristas de carros-pipa e vendedores de bombonas plásticas e tambores de aço utilizados para o transporte e armazenamento de água nas residências.

Resultados e Discussão

Na zona rural do município de Petrolina, PE, foram encontrados diversos agricultores transportando água de barreiros e caldeirões em carroças tracionadas por animais, como pode ser observado na Figura 1. Estes agricultores buscam água nestas fontes quando os carros-pipa não fornecem água suficiente para atender as necessidades de consumo da família. Como a quantidade de água transportada nas carroças é pequena, esta fica armazenada em tambores de aço e bombonas plásticas por alguns dias.



Figura 1. Agricultor transportando água de barreiro para consumo humano na comunidade de Budim no município de Petrolina, PE.

Nos municípios de Casa Nova -BA e Olho D'água do Casado - AL foram encontrados diversos agricultores transportando água para consumo em carroças e carros-de-boi, utilizando bombonas plásticas (Figuras 2 e 3).

As bombonas plásticas utilizadas pelos agricultores, normalmente são adquiridas em estabelecimentos comerciais que revendem recipientes já utilizados para outros fins. A utilização deste meio para o transporte e conservação da água pode trazer riscos para saúde da população, em função de possíveis resíduos existentes nestes recipientes, principalmente quando os mesmos já foram utilizados com produtos químicos. A qualidade dessa água transportada e armazenada neste tipo de recipiente por ser afetada por diversos fatores, além de causar sabores e odores desagradáveis à água (Amorim & Porto, 2003).



Figura 2. Água para consumo humano sendo transportada em bombonas plástica em carro-de-boi no município de Olho D'água do Casado - AL.



Figura 3. Agricultor transportando água para consumo em bombonas plásticas no município de Casa Nova - BA.

Os agricultores que não dispõem de cisternas e outros meios para armazenar água em suas residências, utilizam todo tipo de recipiente possível, principalmente as bombonas plásticas como se pode observar na Figura 4. Esses recipientes são utilizados para armazenar, em sua maioria, água transportada por carros-pipa. Contudo, algum resíduo dos produtos armazenado anteriormente nas bombonas e tambores pode contaminar a água destinada ao consumo.



Figura 4. Bombonas plásticas utilizadas para armazenar água para consumo humano.

Nos municípios de Arcoverde, Sertânia, Pesqueira, Venturosa, Alagoinha, Custódia, as bombonas plásticas são utilizadas para o transporte de água que é revendida para a maior parte da população destes municípios. Na Figura 5, pode-se observar um caminhão

transportando água para consumo humano em bombonas plásticas para distribuição no município de Arcoverde, PE.



Figura 5. Transporte de água para consumo humano em bombonas plástica no município de Arcoverde, PE.

Na Figura 6, pode-se observar uma revenda de recipientes usados onde as bombonas plásticas são comercializadas, principalmente para o transporte e armazenamento de água para consumo humano. Esses recipientes também podem ser adquiridos novos, todavia seu preço é alto, tornando o uso dos recipientes já utilizados mais acessíveis, principalmente para as populações de baixa renda.



Figura 6. Local de venda de bombonas plásticas usadas.

Nos municípios de Arcoverde, Pesqueira, Venturosa, São Bento do Una e Sertânia os carros-pipa foram o principal meio de transporte de água para o consumo das populações rurais e urbanas no período de seca de 2003. A água transportada era obtida de poços profundos localizados no distrito de Mimoso (Pesqueira - PE), como pode ser observado na Figura 7.



Figura 7. Carros-pipa sendo abastecidos com água de poço no distrito de Mimoso (Pesqueira - PE) no período seco de 2003.

Os carros-pipa, embora seja uma alternativa mais rápida e fácil de fornecimento de água para populações rurais e urbanas em períodos de crise, têm sido algumas vezes a causa de contaminação das águas transportadas, pois, a maior parte destes veículos não atende as exigências da Portaria 1.469/00, de 29 de dezembro de 2000, dispostas nos artigos 22 e 25, que tratam do transporte de água para o consumo humano (Ministério da Saúde, 2001).

Nas Figuras 8 e 9, pode-se observar um carro-pipa coletando água em uma lagoa de estabilização do Projeto Maria Tereza no município de Petrolina - PE para distribuição nas comunidades do interior do município e um agricultor coletando água em uma barragem com bastante sedimentos em suspensão no município de Arcoverde - PE. Estas formas de captação, utilização e distribuição de água podem levar sérios riscos às populações rurais, visto que, a mesma não atende as exigências de potabilidade estabelecidas pela portaria em vigor.



Figura 8. Carro-pipa coletando água em uma lagoa de estabilização do Projeto Maria Tereza no município de Petrolina - PE



Figura 9. Agricultor coletando água com sedimentos em suspensão para consumo em barragem no município de Arcoverde, PE.

Conclusões

Os meios de transporte de água utilizada para o atendimento das populações da região do semi-árido não atender as exigências da legislação específica em vigor e podem causar sérios problemas de saúde à população, pois, é necessário que a água tenha qualidade de acordo com o uso. Não há fiscalização na utilização dos carros-pipa para o transporte de água para o consumo humano. Os recipientes utilizados pelos agricultores para o transporte e o armazenamento da água podem conter resíduos nocivos à saúde humana além de causar sabores e odores desagradáveis à água.

Referências Bibliográficas

- AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina, PE. In.: SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 3., 2001, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande, PB: Embrapa Semi-árido/IRPAA/IRCSA, 2001.
- AMORIM, M. C. C.; PORTO, E. Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos. In.: SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 4., 2003, Juazeiro, BA. **Anais...** Juazeiro, BA: Embrapa Semi-árido/IRPAA/IRCSA, 2003.

- CÁRITAS BRASILEIRA. **Água de chuva**: o segredo da convivência com o Semi-Árido brasileiro. Cáritas Brasileira, Comissão Pastoral da Terra, Fian/Brasil – São Paulo: Paulinas, 2001. il. 104p.
- CRABTREE, K. D. The detection of *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in cistern water in the U. S. Virgin Islands. **Water Research**, 30: 208-216, 1996.
- CRUZ, P. H. COIMBRA, R. M., FREITAS, M. A. V. Vulnerabilidade climática e recursos hídricos no Nordeste. In.: **O Estado das águas no Brasil**. Freitas, M.A.V. de. Ed. Brasília, DF: ANEEL/SIH/MMH/SRH/MME, 1999. 334p.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº. 1.469 de dezembro de 2000. **Diário Oficial**, Brasília, 10 de janeiro de 2001. Seção 1, p. 26-28.
- RUSKIN, R. H.; PATRICK, S. C. Maintenance of cistern water quality in the Virgin Islands. **Technical Report N. 30**, Caribbean Research Institute, University of the Virgin Islands, St. Thomas, U. S. Virgin Islands, 1988.



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

**ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO E DO NÚMERO DE DIAS DE CHUVA
NO MUNICÍPIO DE PETROLINA - PE**

Magna Soelma Beserra de Moura¹, Thieres George Freire da Silva²,
Cícera Josefa R. Borges³

RESUMO – O objetivo desse estudo foi analisar a relação entre o número de dias de chuva e a precipitação no município de Petrolina - PE para gerar informações que possam servir de indicativo para uma utilização mais adequada da água da chuva. Os dados foram obtidos na Estação Meteorológica Convencional de Bebedouro no período de 1987 a 2004. 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 520 mm ocorrida em 53 dias. Os meses que apresentaram os maiores valores totais de precipitação foram janeiro, fevereiro e março, cujo total pluviométrico foi 299,0mm distribuídos em apenas 26 dias ao longo dos três meses. Já o trimestre julho, agosto e setembro é o menos chuvoso, com 13,8mm em 6 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 1º trimestre do ano; enquanto que no 2º e 4º 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 1987 a 2004, em Bebedouro, Petrolina-PE.

INTRODUÇÃO

¹ EMBRAPA Semi-Árido, BR428, Km 152, CP 23, Zona Rural, Petrolina-PE, CEP 56300-00. Pesquisadora Agrometeorologia (magna@cpatsa.embrapa.br).

² Mestrando do Curso de Meteorologia Agrícola do Depto. de Engenharia Agrícola (DEA), UFV, CP 09, 36570-000, Viçosa, MG, Brazil. Bolsista do CNPq. (thiagoprofissional@hotmail.com)

³ Mestranda em Meteorologia, Departamento de Ciências Atmosféricas – UFCG. Avenida Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, 58109-970. Campina Grande-PB. E-mail: cicerasc@yahoo.com.br

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 meteorológica 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 Petrolina - PE localiza-se no semi-árido 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 janeiro, fevereiro e março. Apesar do município 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 Petrolina – PE, para gerar informações que possam servir de indicativo a uma utilização mais adequada da água da chuva na região.

MATERIAL E MÉTODOS

A Estação Meteorológica do Campo Experimental de Bebedouro localizada a (09°09' S; 40°22' O) pertencente a Embrapa Semi-Árido, funciona desde 1963. Durante esse período, os

dados observados têm sido bastante utilizados em todo município de Petrolina-PE e cidades vizinhas. Em função dos mesmos, o clima local foi classificado, segundo Köppen, como sendo megatérmico e semi-árido, do tipo BSw^h'(Reddy e Amorim Neto, 1983).

Os dados diários de precipitação foram coletados em um pluviômetro convencional, localizado na estação meteorológica de Bebedouro, durante 18 anos, compreendendo o período de janeiro de 1987 a dezembro de 2004. Considerou-se como sendo um dia com chuva, todo e qualquer dia em que a chuva foi superior a 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, verifica-se a significância da tendência temporal dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica média do período analisado (1987-2004) foi igual a 520 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 podem ser observados na Figura 1. Dos 18 anos analisados, 11 anos apresentaram precipitação média igual a 410mm, inferior a média do período total (1987 - 2004), enquanto que nos outros 7 anos a precipitação média foi igual a 683mm. Percebe-se haver uma tendência de redução do total pluviométrico e do número de dias de chuva entre o início (1987) e o final das observações (2004).

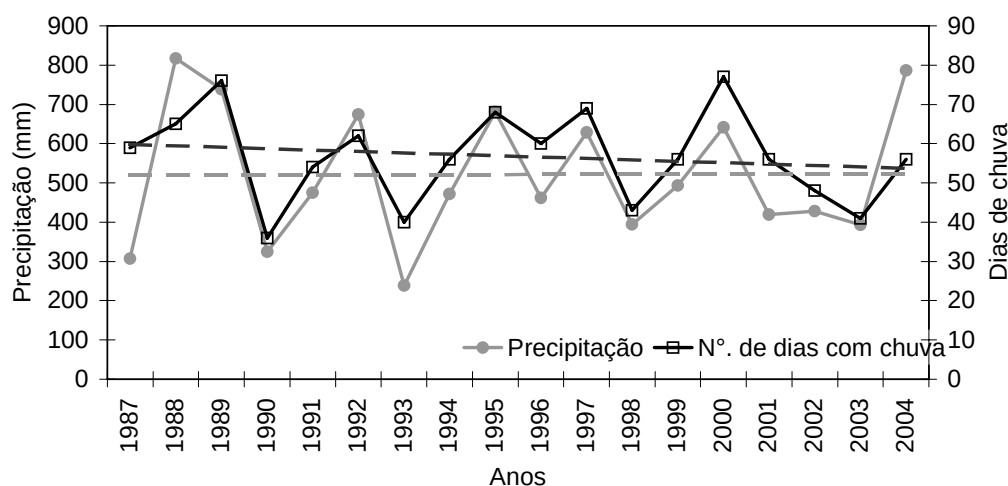


Figura 1. Precipitação e número de dias de chuva em Bebedouro, Petrolina-PE, durante o período de 1987 a 2004.

As correlações entre o número de dias de chuva e o total de precipitação em Bebedouro, Petrolina-PE, são apresentados na Figura 2. O coeficiente de determinação (R^2) para os anos com valores totais de precipitação acima da média foi inferior ao encontrado para os anos com totais de precipitação abaixo da média (Figura 2). 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 (y) e a precipitação (x) 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 0,7337 e 0,6825, respectivamente para anos com precipitação abaixo e acima da média. As linhas de tendência apresentam comportamento crescente para os anos do grupo 1, enquanto que para os anos do grupo 2 ocorreu o inverso (Figura 2). Observou-se que há uma tendência dos dias com chuva aumentarem com o aumento dos totais mensais no município de Petrolina – PE (Figura 3).

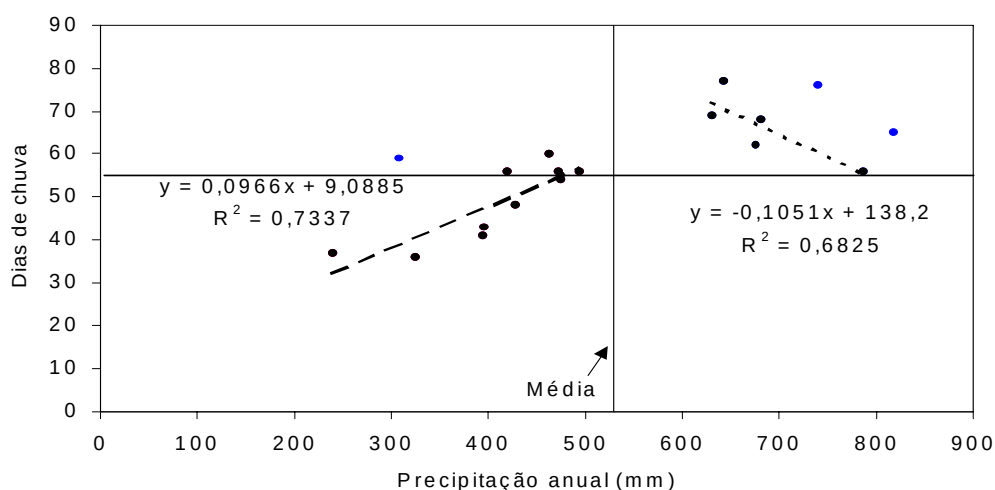


Figura 2. Correlações entre o número de dias de chuva e o total de precipitação em Bebedouro, Petrolina-PE, para anos com valores de precipitações acima e abaixo da média do período (1987-2004).

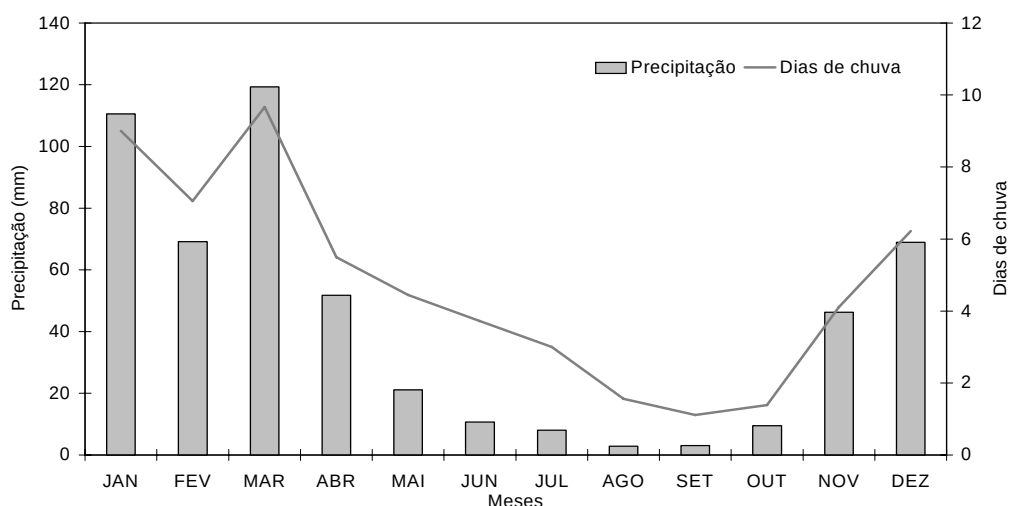


Figura 3. Média mensal da precipitação e do número de dias com chuva em Bebedouro, Petrolina/PE (período: 1987 – 2004).

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 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 299,0mm distribuídos em apenas 26 dias ao longo dos três meses. Já o trimestre julho, agosto e setembro é o menos chuvoso, com 13,8mm em 6 dias. 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, com exceção do ano de 1987 (Figura 4a).

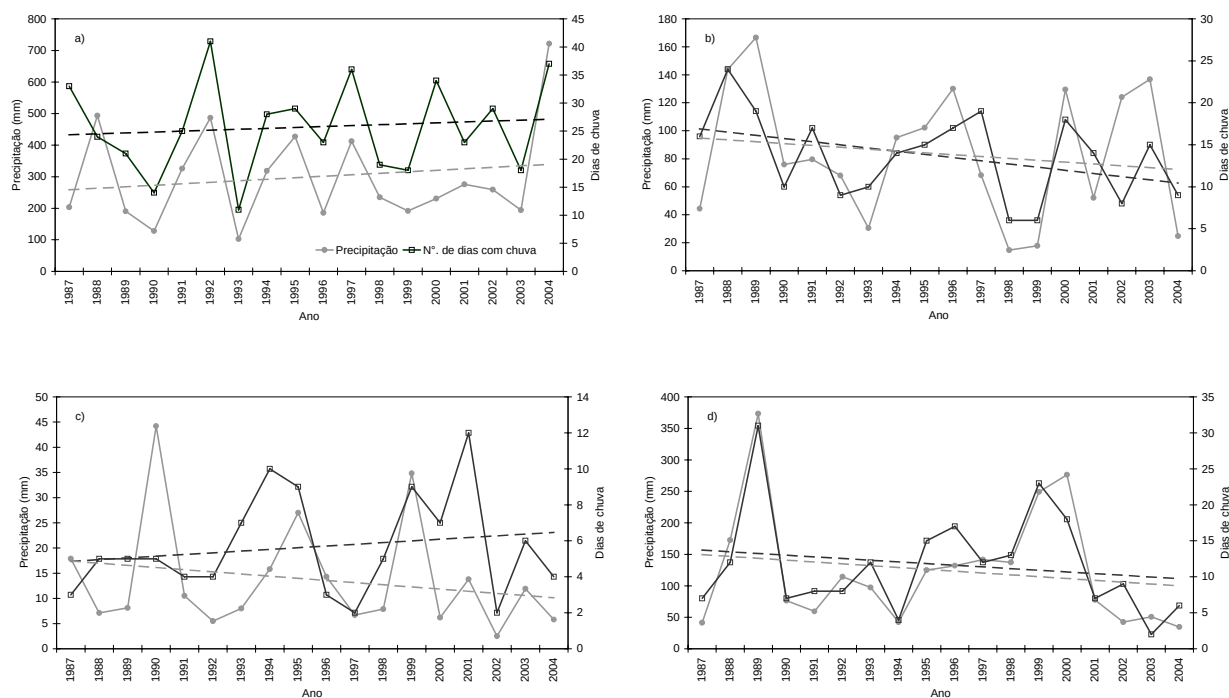


Figura 4. Precipitação e número de dias de chuva em Bebedouro, Petrolina – PE: a) 1º Trimestre, b) 2º Trimestre, c) 3º Trimestre e d) 4º Trimestre. (Período: 1987 – 2004).

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 2º trimestre observa-se redução no total pluviométrico e no número de dias de chuva (Figura 4b), sendo que a partir de 1987 há uma tendência de redução dos valores. Os resultados observados para o 3º trimestre (Figura 4c) 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 apresentou correlação significativa entre a precipitação e o número de dias de chuva ($R^2 = 0,85$), com tendência temporal significativa de redução dos valores durante o período observado (Figura 4d).

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A análise dos dados de precipitação e do número de dias de chuva em Bebedouro, Petrolina – PE, durante o período de 1987 – 2004, permitiu concluir que:

- Em anos cuja precipitação foi abaixo da média (520mm), 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 1º trimestre do ano; enquanto que no 2º e 4º 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 1987 a 2004, em Bebedouro, Petrolina-PE.

Sugere-se que sejam realizados estudos compreendendo uma maior série de dados e incorporando informações de outras estações para uma análise da chuva no Submédio São Francisco.

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. CD-ROM.

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. CD-ROM.



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

**INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA PROPRIEDADE PARA A CONVIVÊNCIA COM
O SEMI-ÁRIDO**

E. R. Porto¹; L. T. de L. Brito²; A. de S. Silva³

¹ Engº Agrº, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Semi-Árido,
C. Postal 23, 56.300-970, Petrolina-PE- erporto@cpatsa.embrapa.br

² Engª, Agrícola, Ph.D, Pesquisadora da Embrapa Semi-Árido.

³ Engº Agrº, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Semi-Árido.

RESUMO

A maior extensão territorial da região semi-árida brasileira apresenta potencialidade para o desenvolvimento sustentável da caprino-ovinocultura, tendo como base alimentar a vegetação nativa complementada com cultivos forrageiros tolerantes ao déficit hídrico, desde que armazenados adequadamente. Um modelo orçamentário foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a escala de exploração do sistema de produção que permita cobrir os gastos financeiros do investimento mesmo em anos de seca. De acordo com os resultados, o tamanho mínimo da propriedade deve ser de 100 hectares em municípios com oferta ambiental média.

Palavras-chave: economia de escala, caprinocultura, sistema de produção.

INTRODUÇÃO

A maioria dos produtores rurais da região semi-árida que praticam a agropecuária de sequeiro, exploram um conjunto de atividades com o objetivo de subsistência e de superar as adversidade do ambiente. A integração dessas atividades forma o sistema de produção que é constituído, não só por exploração agrícola e pecuária, mas também pelo uso da vegetação nativa, processamento de alimentos, artesanatos e aluguel de mão-de-obra e animais de trabalho. Algumas das atividades são competitivas quanto ao uso dos recursos e muito depende do regime pluviométrico.

Por outro lado, a região semi-árida brasileira apresenta potencial para o desenvolvimento de sistemas sustentáveis de produção animal (Guimarães Filho & Lopes, 2001). Entretanto, a heterogeneidade da região implica em heterogeneidade nas soluções. As maiores extensões do

semi-árido são indicadas para atividade pecuária, onde é possível associar o uso da caatinga com o cultivo de forragens apropriadas, principalmente para caprinos e ovinos.

Mas, para que a potencialidade da pecuária possa efetivamente se expressar, o tamanho da propriedade rural é de fundamental importância para a convivência com os anos de pluviometrias inferiores às médias. O objetivo deste trabalho é fazer indicação sobre o tamanho mínimo de propriedades para a exploração da pecuária caprina, incluindo no sistema de produção o uso de cisternas para garantir água de beber para os animais.

METODOLOGIA

Utilizando um enfoque sistêmico para o planejamento das atividades ligadas à exploração da caprinovinocultura, uma planilha eletrônica foi planificada para representar o desempenho econômico-financeiro do sistema de produção, tendo como base alimentar para os caprinos a caatinga, durante os primeiros seis meses do ano, e o cultivo do sorgo, capim buffel, palma e mandioca para o segundo semestre. Os coeficientes para a simulação do desempenho animal foram sugeridos por Guimarães Filho (1999). As recomendações técnicas para os sistemas de cultivos, incluindo os rendimentos de matéria seca para cada uma das culturas utilizadas foram retiradas dos respectivos sistemas de produção sugeridos pelo IPA, Embrapa Semi-Árido, e Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Para o financiamento dos investimentos foi assumido um período de pagamento de 10 anos e uma taxa de juro de 3% ao ano. Respostas solicitadas ao modelo eram: qual o rebanho mínimo e que áreas devem ser exploradas com cada um dos cultivos que compõe a dieta alimentar oferecida ao rebanho, para que o produtor gere uma renda líquida equivalente a um salário mínimo mensal (R\$ 260,00). Esta renda foi considerada como o limite mínimo necessário para garantir a sustentabilidade das famílias, respeitando a capacidade do ecossistema.

No modelo de orçamentação foi colocado um “se comando” para simular o desempenho do sistema de produção em anos normais de chuva, isto é, anos com precipitação igual ou superior a média histórica; neste caso no modelo é colocado 0 (zero) e, quando colocado 1, a simulação é feita assumindo três anos de seca em uma sequência de dez anos.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

De acordo com a Tabela 1, para a geração de uma renda líquida de aproximadamente um salário mínimo mensal (R\$ 260,00), considerando um ambiente com oferta ambiental média;

ou seja, onde os solos e o regime de chuva permitam que a caatinga produza 800 kg de matéria seca de forragem por hectare, possibilitando ao produtor criar um rebanho caprino de 123 cabeças. Para potencializar este desempenho a propriedade deverá ter 59,04 ha caatinga, para alimentar o rebanho de janeiro a junho. Além da área com vegetação nativa, o produtor terá que cultivar 8,3 ha de forragens, sendo 2,08 ha de capim buffel, 2,08 ha de palma forrageira, 2,08 ha de sorgo forrageiro, e 2,08 ha de mandioca. Ou seja, o tamanho mínimo da propriedade deve ser de 67,34 hectares, considerando apenas a exploração agropecuária. Através da análise da Tabela 1, o produtor potencializa uma renda líquida anual de R\$ 3.122,11, já descontados os custos anuais dos investimentos para as condições de crédito descrito e o custeio anual do sistema de produção. É importante ressaltar que estão incluídos como itens financiados, não só a formação de pastos perenes, mas também a fonte hídrica, que no caso, a alternativa usada foi a construção de cisternas de placas; um conjunto moto-forrageiro; pulverizador costal; pistola para vacinação; comedouros e cerca.

Todo este desempenho é previsto para os anos normais de precipitação. Todavia, é sabido que no Semi-Árido são esperados pelo menos três anos de seca numa seqüência de 10 anos. Portanto, qual será a rentabilidade financeira considerando esse caso?

A Tabela 2 apresenta a renda líquida média anual para o referido sistema de produção, quando da ocorrência de uma seqüência de seca, ou seja, o déficit hídrico causado pela seca reduz a capacidade de suporte forrageiro da propriedade, afetando o desempenho animal, o que repercute na geração de renda dando um retorno financeiro negativo, correspondendo a R\$195,21.

Em função das análises realizadas, apresentadas nas Tabelas 1 e 2, a Tabela 3 contém os resultados da simulação feita tendo como base o cenário de 3 anos de seca numa seqüência de 10 anos. De acordo com os resultados obtidos, para que, em anos de seca, o produtor não tenha uma renda líquida negativa, o rebanho deve ser de 182 cabeças de caprinos. Para manter este rebanho ganhando peso durante todo o ano, ainda considerando o componente principal da dieta alimentar do rebanho o aproveitamento da caatinga, a área com vegetação nativa na propriedade deve ser de 87,36 ha e as áreas com capim buffel, palma, sorgo e mandioca devem ser de 3,07 ha cada. Ou seja, o tamanho mínimo da propriedade deve ser de 99,64 ha, para suportar o impacto de 3 anos de seca.

Com a associação de técnicas de pastejos sazonais, fazendo uso da vegetação nativa, complementada com uso de forragens cultivadas tolerantes à seca e armazenadas para uso nos períodos críticos, é possível reduzir os impactos da seca desde que seja respeitado a escala de viabilidade econômica. O grande desafio da caprino-ovinocultura do semi-árido é fazer com

que os animais continuem ganhando peso nos períodos de seca. Não é sustentável a performance de 17 kg de animal por matriz ano, conseguida pelos produtores do semi-árido. Para aumentar esta performance é necessário ofertar mais alimentos, o que implica em mais áreas exploradas na propriedade, quer com vegetação nativa; quer com pastagens cultivadas. Por outro lado, para permitir a economicidade na escala de exploração é necessária a ampliação do rebanho.

Em que pese os resultados apresentados nestas simulações, e considerando as estatísticas sobre a estrutura agrária no semi-árido brasileiro, a depender da oferta ambiental do local, as propriedades apresentam superfícies inadequadas a uma exploração sustentável. Para serem sustentáveis, as propriedades que exploram a caprino/ovinocultura, em municípios do semi-árido com oferta ambiental média, tendo a caatinga como elemento principal para a alimentação animal durante os primeiros seis meses do ano, necessita ter uma área mínima de aproximadamente 100 hectares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

GUIMARÃES FILHO, C. **Sistema de produção de caprinos:** para as áreas de sequeiro dos sertões pernambucano e baiano do Submédio São Francisco. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 1999. Não paginado. (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, 15).

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

Tabela I: DEMONSTRATIVO DO COMPORTAMENTO DA CAPACIDADE DE PAGAMENTO EM FUNÇÃO DO TAMANHO DA PROPRIEDADE PARA FINANCIAMENTO DE PECUÁRIA CAPRINA/OVINA EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO

Período de alimentação (dias)	180	Vendas anuais:	(cabeça)
Cria nascida/cabra/ano	1,6	Marrão(ã)	125,84
Marrão(ã) comercializável/cabra/ano	1,2	Descarte	19,36
Descarte de cabras (%)	16	Valor R\$/ m ³ de água	13,7
Peso vivo: (Kg)		Valor R\$/m de cerca	3,5
Marrão(ã)	25,0	Valor R\$/vac.vermíf.	3,0
Descarte	32,0	Taxa de juro % ano	3,0
Valor carcaça R\$/Kg.	5,3	Período (ano)	10
Tipo de caatinga	0,8	Ocorrência de seca	0
ITEM	EQUIVALÊNCIA UNIDADE ANIMAL	QUANTIDADE	UNIDADE
1. Plantel animal:			
Reprodutor bovino	1,20		cabeça
Matriz bovina	0,90		cabeça
Novilho(a)	0,75		cabeça
Garrote(a)	0,50		cabeça
Bezerro(a)	0,20		cabeça
Bovino de trabalho	1,20		cabeça
Cabra	0,13	121,00	cabeça
Reprodutor caprino	0,13	2,00	cabeça
Eqüino/muar	1,00		cabeça
Total	15,38	123,00	
2. Área de pastagem		(há)	Valor (R\$) Investimento Valor (R\$) Custeio
Capim buffel	0,25	2,08	2621,51 504,38
Leucena	0,00	0,00	0,00 0,00
Melancia forrageira	0,00	0,00	0,00 0,00
Palma forrageira	0,25	2,08	1432,18 637,22
Sorgo forrageiro	0,25	2,08	0,00 922,62
Mandioca	0,25	2,08	0,00 2479,25
Vegetação nativa	0,00	59,04	0,00 0,00
	100%	8,30	4053,70 4543,46
3. Outras estruturas, equipamentos e insumos.			
Aguada (m ³)		448,95	6150,62 0,00
Conjunto forrageiro		1	2500,00 0,00
Pistola para vacinação		1	150,00 0,00
Pulverizador costal		1	250,00 0,00
Chiqueiro (m)		40	0,00 0,00
Comedouro (und.)		5	75,00 0,00
Cerca (m)		1152,6	4033,97 0,00
Vermífugos e vacinas		123,00	0,00 369,00
			13159,58 369,00
4. Total de investimentos			17213,28
5. Pagamento anual do investimento			2017,92
6. Custeio anual			4912,46
7. Renda bruta anual			10052,49
8. Renda líquida média anual			3122,11
9. Consumo familiar	260,00	12	3120,00
10. Mão-de-obra necessária			
Para investimentos		149	2241,68

Tabela II: DEMONSTRATIVO DO COMPORTAMENTO DA CAPACIDADE DE PAGAMENTO EM FUNÇÃO DO TAMANHO DA PROPRIEDADE PARA FINANCIAMENTO DE PECUÁRIA CAPRINA/OVINA EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO

Período de alimentação (dias)	180	Vendas anuais:	(cabeça)
Cria nascida/cabra/ano	1,6	Marrão(ã)	125,84
Marrão(ã)comercializável/cabra/ano	1,2	Descarte	19,36
Descarte de cabras (%)	16	Valor R\$/ m ³ de água	13,7
Peso vivo: (Kg)		Valor R\$/m de cerca	3,5
Marrão(ã)	25,0	Valor R\$/vac.vermíf.	3,0
Descarte	32,0	Taxa de juro % ano	3,0
Valor carcaça R\$/Kg.	5,3	Período (ano)	10
Tipo de caatinga	0,8	Ocorrência de seca	1
ITEM	EQUIVALÊNCIA UNIDADE ANIMAL	QUANTIDADE	UNIDADE
1. Plantel animal:			
Reprodutor bovino	1,20		cabeça
Matriz bovina	0,90		cabeça
Novilho(a)	0,75		cabeça
Garrote(a)	0,50		cabeça
Bezerro(a)	0,20		cabeça
Bovino de trabalho	1,20		cabeça
Cabra	0,13	121,00	cabeça
Reprodutor caprino	0,13	2,00	cabeça
Equino/muar	1,00		cabeça
Total	15,38	123,00	
2. Área de pastagem			
		(há)	Valor (R\$) Investimento
Capim buffel	0,25	2,08	2621,51
Leucena	0,00	0,00	0,00
Melancia forrageira	0,00	0,00	0,00
Palma forrageira	0,25	2,08	1432,18
Sorgo forrageiro	0,25	2,08	0,00
Mandioca	0,25	2,08	0,00
Vegetação nativa	0,00	59,04	0,00
	100%	8,30	4053,70
3. Outras estruturas, equipamentos e insumos.			
Aguada (m ³)		448,95	6150,62
Conjunto forrageiro		1	2500,00
Pistola para vacinação		1	150,00
Pulverizador costal		1	250,00
Chiqueiro (m)		40	0,00
Comedouro (und.)		5	75,00
Cerca (m)		1152,6	4033,97
Vermífugos e vacinas		123,00	0,00
			13159,58
4. Total de investimentos			
			17213,28
5. Pagamento anual do investimento			
			2017,92
6. Custeio anual			
			4912,46
7. Renda bruta anual			
			6735,17
8. Renda líquida média anual			
			-195,21
9. Consumo familiar			
	260,00	12	3120,00
10. Mão-de-obra necessária			

Para investimentos	149	2241,68
Para custeio	197	2957,77

Tabela III: DEMONSTRATIVO DO COMPORTAMENTO DA CAPACIDADE DE PAGAMENTO EM FUNÇÃO DO TAMANHO DA PROPRIEDADE PARA FINANCIAMENTO DE PECUÁRIA CAPRINA/OVINA EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO

Período de alimentação (dias)	180	Vendas anuais:	(cabeça)
Cria nascida/cabra/ano	1,6	Marrão(ã)	186,16
Marrão(ã)comercializável/cabra/ano	1,2	Descarte	28,64
Descarte de cabras (%)	16	Valor R\$/ m ³ de água	13,7
Peso vivo: (Kg)		Valor R\$/m de cerca	3,5
Marrão(ã)	25,0	Valor R\$/vac.vermíf.	3,0
Descarte	32,0	Taxa de juro % ano	3,0
Valor carcaça R\$/Kg.	5,3	Período (ano)	10
Tipo de caatinga	0,8	Ocorrência de seca	1
ITEM	EQUIVALÊNCIA UNIDADE ANIMAL	QUANTIDADE	UNIDADE
1. Plantel animal:			
Reprodutor bovino	1,20		cabeça
Matriz bovina	0,90		cabeça
Novilho(a)	0,75		cabeça
Garrote(a)	0,50		cabeça
Bezerro(a)	0,20		cabeça
Bovino de trabalho	1,20		cabeça
Cabra	0,13	179,00	cabeça
Reprodutor caprino	0,13	3,00	cabeça
Eqüino/muar	1,00		cabeça
Total	22,75	182,00	
2. Área de pastagem		(há)	Valor (R\$)
Capim buffel	0,25	3,07	Investimento
Leucena	0,00	0,00	Custeio
Melancia forrageira	0,00	0,00	
Palma forrageira	0,25	3,07	
Sorgo forrageiro	0,25	3,07	
Mandioca	0,25	3,07	
Vegetação nativa	0,00	87,36	
	100%	12,29	5998,15
3. Outras estruturas, equipamentos e insumos.			6722,84
Aguada (m ³)		664,3	9100,91
Conjunto forrageiro		1	2500,00
Pistola para vacinação		1	150,00
Pulverizador costal		1	250,00
Chiqueiro (m)		40	0,00
Comedouro (und.)		5	75,00
Cerca (m)		1402,0	4907,00
Vermífugos e vacinas		182,00	0,00
			16982,91
4. Total de investimentos			22981,06
5. Pagamento anual do investimento			2694,08
6. Custeio anual			7268,84
7. Renda bruta anual			9965,92
8. Renda líquida média anual			3,00
9. Consumo familiar	260,00	12	3120,00

10. Mão-de-obra necessária

Para investimentos	221	3316,95
Para custeio	292	4376,53



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

Água de chuva para consumo animal: estudo de caso com caprinos¹

L. T. de L. Brito²; E. R. Porto³; D. F. da Silva⁴;
E. V. de Holanda Júnior³; N. B. Cavalcanti⁵

RESUMO – Com objetivo de avaliar a eficiência técnica e econômica da cisterna como reservatório para captação e armazenamento de água para pequenos animais, em especial, os caprinos, foi construída na área experimental da Embrapa Semi-Árido uma cisterna de placas pré-moldadas, com capacidade de armazenamento de 16 mil litros, de acordo com modelo extensivamente utilizado no Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC. O sistema funciona por gravidade e é constituído pela área de captação que é uma estrada pavimentada localizada na lateral, ligada a um sistema de filtragem, o tanque de armazenamento e o bebedouro dos animais que regulariza a lâmina de água por um sistema de bóia. Observou-se alta eficiência do sistema, que com apenas 60 mm de precipitação, ocorrida em três dias, a lâmina de água na cisterna atingiu a cota máxima do sangradouro e extravasou. Quanto aos aspectos econômicos, estabelecendo-se um período de financiamento de 15 anos, uma taxa de juros de 3% a.a. e desconsiderando o valor de após esse período, o custo anual do investimento foi estimado em R\$ 172,63 (centro setenta e dois reais e sessenta e três centavos). Como a cisterna tem capacidade para 16 mil litros, o custo da infra-estrutura de abastecimento para os caprinos é de apenas R\$ 10,79 m³ (dez reais e setenta e nove centavos). Considerando um consumo diário de 4,5 litros de água por animal, por um período de 250 dias, a cisterna dará para atender satisfatoriamente a 14 animais caprinos. Cada animal terá capacidade de produzir 17,5 kg de carcaça por ano, que vendida a preços de R\$ 5,50/kg, no atacado na propriedade gera uma receita bruta de R\$ 1.347,50 (hum mil, trezentos e quarenta e sete reais e cinquenta centavos) por ano, o que demonstra a viabilidade econômica do sistema.

Palavras-chave: consumo animal, água, cisterna, viabilidade econômica, caprinos.

INTRODUÇÃO

No Semi-Árido brasileiro, durante vários meses do ano o gado, em geral, consome águas com qualidade inferior quando comparadas às de consumo humano e vegetal. Isto, em virtude de no período das chuvas as águas das fontes hídricas se apresentarem turvas, em consequência

¹Projeto Financiado pelo CNPq/CT-HIDRO. Processo no. 504.112/03-1.

²Eng. Agrícola, pesquisadora da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE. 56300-970. Fone: (087) 3862-1711, e-mail: luizatlb@cpatsa.embrapa.br

³Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Semi-Árido.

⁴Técnico em Edificações, Embrapa Semi-Árido.

⁵Extensionista, Pesquisador da Embrapa Semi-Árido.

da presença de material em suspensão como as argilas, areias, resíduos orgânicos e minerais, entre outros. No período seco a qualidade das águas é afetada pelas elevadas taxas evapotranspirométricas da região, 2500 mm anuais (Embrapa Semi-Árido, 2005), que contribuem tanto na redução do volume de água disponível quanto na concentração de solutos, principalmente sais.

Do ponto de vista da salinidade, águas com altos teores de sais, assim como aquelas que contém elementos tóxicos, representam perigo para os animais, podendo afetar a qualidade da carne e do leite produzidos, a ponto de torná-los inadequados ao consumo, como também provocar distúrbios fisiológicos e morte dos animais, com conseqüentes perdas econômicas (Ayers e Westcot, 1991; Colacelli, 1997). Segundo esses autores, entre os elementos químicos normalmente presentes nas águas naturais que podem causar esses distúrbios, é o magnésio (Mg). Que para o gado bovino tem tolerância máxima de $Mg = 400 \text{ mg L}^{-1}$, enquanto para os ovinos de $Mg = 250 \text{ mg L}^{-1}$.

Para melhorar a qualidade e garantir a disponibilidade de água para o consumo dos animais no Semi-Árido brasileiro várias tecnologias são citadas na literatura, porém, nem sempre essas alternativas são apropriadas ao sistema de produção utilizado pela maioria dos pequenos caprinocultores da região, devido, principalmente, apresentarem custos elevados. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e economicamente da cisterna como alternativa para captar e armazenar água de chuva para o consumo dos caprinos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi construída no Campo Experimental da Caatinga, pertencente à Embrapa Semi-Árido, um sistema de captação e armazenamento de água de chuva, constituído por uma área de captação formada por uma estrada de cascalho com 100 m de comprimento por 5 m de largura ($A_c=500\text{m}^2$), um sistema de filtragem formado por dois tanques de alvenaria com 1,0 x 1,0 x 1,0 m, uma cisterna de placas pré-moldadas, conforme modelo e materiais discriminados em Diaconia (2003), com capacidade de armazenamento de água de 16 m^3 e um bebedouro em alvenaria. A declividade é da ordem de 0,8% e permite o funcionamento do sistema por gravidade, porém, no bebedouro contém uma bóia para manter uma lâmina de água constante de 0,15 m aproximadamente, visando atender ao consumo dos caprinos. Para reter o fluxo da água durante as chuvas foi construído um camalhão no sentido transversal à estrada com 0,5 m de altura e 1,0 m de largura. No dimensionamento do sistema foi considerado que um animal caprino consome, em média, 4,5 litros de água por dia; período seco estimado em 250

dias na região; precipitação média de 400mm anuais e um coeficiente de escoamento superficial de 0,60 (Vilela e Matos, 1975). Segundo Devendra (1978), citado por Embrater (1984), nos trópicos, estima-se em 4,0–4,5 L/dia de água por quilo de matéria seca ingerida pelo animal. O peso médio do caprino é de 25 kg, logo, considerando 4% do consumo da matéria seca por dia, corresponde a 4,5 L/dia de água por animal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com apenas poucas chuvas que ocorreram nessa área entre os dias 30 e 31/01/05 a cisterna armazenou uma lâmina de 1,4 m de água, correspondendo a um volume de 13,5 m³ de água, aproximadamente; porém, como a área de captação é na estrada pavimentada e havia sido reformada, a cisterna foi esgotada, lavada e encheu 12,2; 16,7 e 32,2 mm de precipitação corrida entre os dias 13 a 17/02/05 (Embrapa Semi-Árido, 2005).

O fato da cisterna ter enchido com a ocorrência de poucas chuvas, deve-se ao tamanho da área de captação ($A_c=500\text{m}^2$), cuja água precipitada é direcionada, por gravidade, para os tanques de sedimentação para uma pré-filtragem e, deste, para o tanque de armazenamento, localizado a 40 m abaixo. Também, por gravidade a cisterna abastece o bebedouro dos animais, por sistema de bóia, a uma distância de 90m, aproximadamente, conforme Figura 1.

Para dimensionamento do sistema de captação de água de chuva, armazenamento e fornecimento aos animais, deve-se considerar, inicialmente o número total de animais, o consumo médio por animal e o período sem chuvas, durante o qual os animais beberão água da cisterna. Com estas informações calcula-se o volume de água necessário (V_a). A partir do volume (V_a), com informações sobre precipitações médias da região (P) e da eficiência de escoamento superficial da área (e), determina-se a área de captação (A_c). A Tabela 1 contém as fórmulas para o cálculo do volume e área de captação necessários para atender a diferentes tamanhos de rebanho caprino, em períodos de 180 e 240 dias sem chuvas, considerando o consumo média de água por animal de 6 litros por dia; a precipitação média (P) de 400mm anuais e um coeficiente de escoamento superficial (e) de 0,60, conforme Vilela e Matos (1975) para áreas pavimentadas.

Figura 1. Planta baixa do sistema contendo a área de captação, o sistema de filtragem, a cisterna e o bebedouro dos animais.

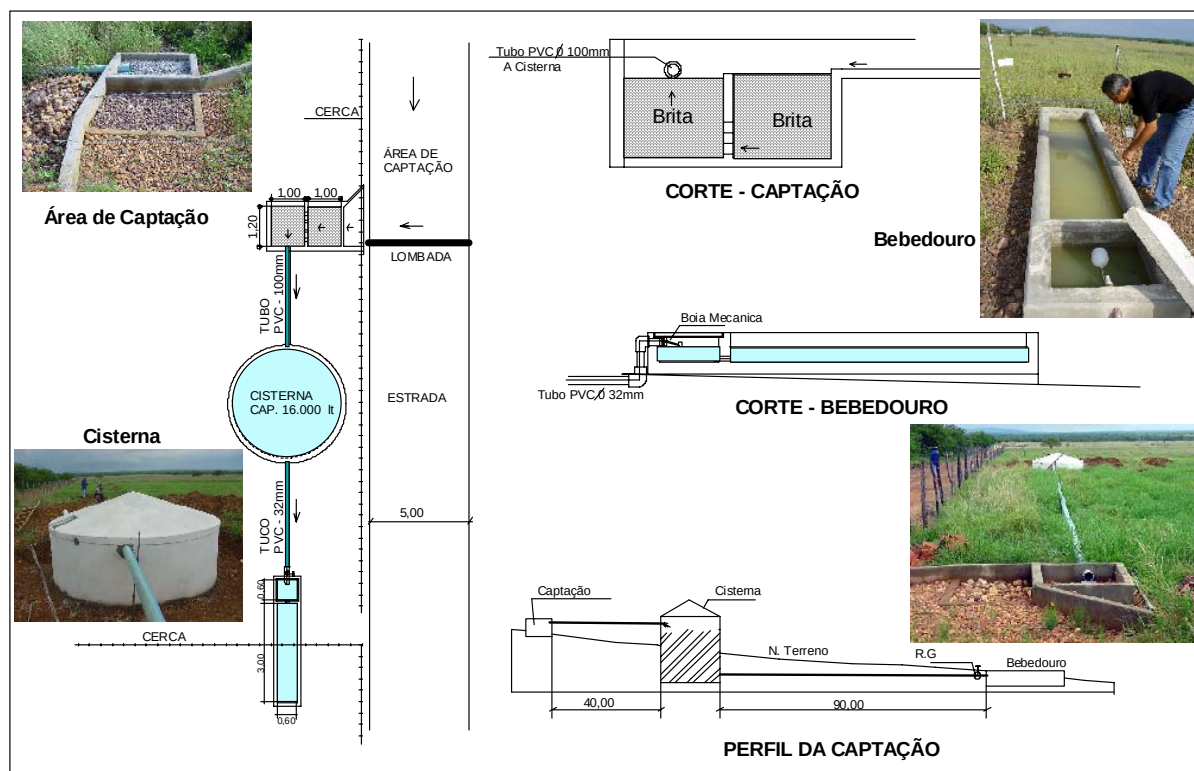


Tabela 1. Volume de água (L) e área de captação (m²) necessários para consumo de caprinos ou ovinos, em função do número de animais (n), do período seco (dias), precipitação média (P) de 400mm anuais e um coeficiente de escoamento superficial (e) de 0,60.

Nº. Animais (n)	Consumo médio (c) (L/dia)	Quantidade de Água (L/dia)	Período seco (p): (dias)	Volume água período seco: $V_a = n \cdot c \cdot p$		Área captação: $A_c = \frac{V_a}{P \times e}$ (m ²)
				(L)	(m ³)	
1	6	6,0	180	1.080	1,08	4,5
	6	6,0	240	1.440	1,44	6,0
10	6	60,0	180	10.800	10,80	45,0
	6	60,0	240	14.400	14,40	60,0
20	6	120,0	180	21.600	21,60	90,0
	6	120,0	240	28.800	28,80	120,0
50	6	300,0	180	54.000	54,00	225,0
	6	300,0	240	72.000	72,00	300,0
100	6	600,0	180	108.000	108,00	450,0
	6	600,0	240	144.000	144,00	600,0
150	6	900,0	180	162.000	162,00	675,0
	6	900,0	240	216.000	216,00	900,0

Estimativa de custos e viabilidade econômica da cisterna

Os custos para construção da área de captação, da cisterna e do bebedouro são apresentados na Tabela 2. O custo total do sistema, a preço de janeiro de 2005, é de R\$ 2.060,83 (dois mil sessenta reais e oitenta e três centavos). Porém, pode-se observar que um dos itens de maior valor foi a tubulação para ligar o sistema de filtragem ao tanque e ao bebedouro. Em outras condições de declividade do terreno que permita uma maior aproximação desses elementos, conseqüentemente, esses custos serão inferiores.

Estabelecendo um período de financiamento de 15 anos, a uma taxa de juros de 3% a.a. e desconsiderando o valor de sucata, isto é, fim da vida útil da cisterna, o custo anual do

investimento foi estimado em R\$ 172,63 (centro setenta e dois reais e sessenta e três centavos), conforme demonstrado na Tabela 2. Como a cisterna construída tem capacidade para 16 m³, ou seja, 16 mil litros, o custo da infra-estrutura de abastecimento para caprinos é de R\$ 10,79 (dez reais e setenta e nove centavos) por metro cúbico de água.

A utilização da caatinga, complementada com o uso de forragens de baixa demanda hídrica, conservadas na forma de feno ou silagem, como alternativa para alimentação dos animais, é capaz de produzir um ganho de peso de 35 kg/ano (Guimarães et. al 2000 na Referência Bibliográfica tem o ano de 2001). Para assegurar este desempenho animal, a água para os animais é de extrema importância.

Considerando um consumo diário de 4,5 litros de água por animal, por um período de 250 dias, a cisterna dará para dessedentar 14 caprinos. Seguindo a dieta alimentar sugerida por Guimarães et. al (2000), cada animal terá capacidade de produzir 17,5 kg de carcaça por ano, que vendida a preços de R\$ 5,50/kg, no atacado na propriedade gera uma receita bruta de R\$ 1.347,50 (hum mil, trezentos e quarenta e sete reais e cinquenta centavos) por ano. O custo anual da estrutura hídrica corresponde a 12,8% da receita bruta gerada pelo sistema de produção.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. Com apenas 60 mm de precipitação, ocorrida em três dias, a lâmina de água na cisterna atingiu a cota máxima do sangradouro e extravasou, observou-se alta eficiência do sistema;
2. A garantia de água para atender ao consumo de 14 caprinos, durante 250 dias sem chuvas, apresenta um custo médio de R\$ 10,79 (dez reais e setenta e nove centavos) por metro cúbico de água e uma receita bruta de R\$ 1.347,50 (hum mil, trezentos e quarenta e sete reais e cinquenta centavos) por ano, o que demonstra a viabilidade econômica do sistema.

Tabela 2. Material necessário para construção de uma cisterna de placas com capacidade para 16.000 litros de água, incluindo sistema de filtragem e bebedouro para os animais.

Período de dessedentação (dias)	250	Taxa de juro % ano	3,0
Necessidade de água por cabeça	6 (litros/dia)	Período (ano)	15
Volume da cisterna (m ³)	16	Valor carcaça R\$/Kg.	5,5
Tipo de caatinga	0,8	Núm. de anos de seca	0

Material para Cisterna	Unidade	Quantidade	Valor (R\$)	
			Unitário	Total
Cimento	saco	16	18,00	288,00
Areia lavada	m ³	12	21,28	255,36
Areia fina	m ³	2	21,28	42,56
Brita	m ³	1	62,95	62,95
Arame 12 galvanizado	kg	15	5,23	78,45
Arame 18 recozido	kg	1	6,40	6,40
Ferro 1/4	unid.	10	13,34	133,40
Cal	lata	6	1,93	11,58
Vedacit	kg	3	3,85	11,55
Conexões	unid.	1	100,00	100,00
Tubo esgoto 100 mm (6m)	tubo	17	18,57	315,69
Tubo esgoto 50 mm (6 m)	tubo	7	32,00	224,00
Sub-Total				1.529,94
Mão-de-obra: pedreiro	h/dia	4	40,00	160,00
Mão-de-obra: auxiliar de pedreiro	h/dia	10	10,00	100,00
Sub-Total				260,00
Material para filtro/bebedouro				
Tijolo furado	unid.	250	0,19	46,25
Cimento	unid.	3	18,00	54,00
Areia	m ³	0,5	21,28	10,64
Mão-de-obra	h/dia	4	40,00	160,00
Sub-Total				270,89
TOTAL				2.060,83
CUSTO ANUAL DO FINANCIAMENTO				172,63
CUSTO DO METRO CÚBICO DE ÁGUA				10,79

BIBLIOGRAFIA

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.

Colacelli, N. A. **Calidad de água para bebida animal**. 1977. Disponível em <http://www.tucuman.com> Acesso em 08 mar. 2005

EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. **Dados metereológicos**. Disponível em <http://www.cpatia.embrapa.br/servicos/servicos.html>. Acesso em: 28 mar. 2005.

Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão rural. **Criação de cabras leiteiras**. Brasília, 1984. il. 243p.

Diaconia. **Convivendo com o Semi-Árido: construção de cisterna de placas modelo pintadas**. 2003 (Série: compartilhando experiências, 2).

GUIMARÃES FILHO, C. ; LOPES, P. R. C. ; **Subsídios para formulação de um programa de convivência com a seca no semi-árido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2001 no texto tem o ano de 2000. 22p. il. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 171).

Vilela, S. M.; Mattos, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975, il. 245p.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/CT-HIDRO pela disponibilização dos recursos financeiros para realização desses estudos.

Ao técnico Joaquim Moreira Peixoto, pela dedicação e esforço na realização nos trabalhos de campo.



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

**Avaliação das características físico-químicas e bacteriológicas das águas
de cisternas da comunidade de Atalho, Petrolina-PE¹**

L.T. de L. Brito²; E.R. Porto³; A. de S. Silva³;
M.S.L. da Silva³; Hermes, L. C⁴; S.S. Martins⁵

RESUMO – Avaliaram-se aspectos gerais e de qualidade física, química e bacteriológica das águas destinadas ao consumo humano, armazenadas em cisternas na comunidade de Atalho, Petrolina-PE. Os resultados indicam que com a cisterna, as famílias disponibilizam de uma a duas horas por dia para realizar outras atividades. Foi detectado que a quantidade de água armazenada nas cisternas não é suficiente para atender ao consumo da família, havendo necessidade de serem reabastecidas com água de carro-pipa (65%), cuja água é proveniente de açudes (58%). Também, foi afirmado por 100% das famílias que a água é retirada das cisternas com latas, baldes, panelas etc, podendo comprometer sua qualidade. A partir dos resultados das variáveis físico-químicas analisadas, observou-se que a água das cisternas atende aos padrões de qualidade; porém, os resultados das análises bacteriológicas indicam que 73% das amostras analisadas apresentam-se contaminadas por coliformes fecais, estando, portanto, em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, embora tenha sido identificado que as famílias realizam tratamento da água com cloro. Estes resultados evidenciam riscos à saúde das famílias que consome essas águas sem ou com tratamento inadequado da água, tendo em vista que a água é responsável pela transmissão de doenças como febre tifóide, desenteria bacilar e cólera, entre outras.

PALAVRAS-CHAVE: recursos hídricos, coliformes, potabilidade da água.

INTRODUÇÃO

O Brasil está incluído entre os países de maior disponibilidade hídrica mundial, porém por conta de suas dimensões geográficas e condições climáticas diferenciadas, algumas regiões sofrem problemas graves de escassez de água, como o Nordeste e, mais especificamente, o Semi-Árido. Recentemente tem-se observado que o problema da escassez de água está ultrapassando as fronteiras do Semi-Árido e, grandes metrópoles como São Paulo, Fortaleza,

¹ Projeto Financiado pelo CNPq/CT-HIDRO. Processo nº. 504.112/03-1.

²Eng. Agrícola, Dr. pesquisadora da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE. 56300-970. Fone: (087) 3862-1711, e-mail: luizatlb@cpatsa.embrapa.br

³ Eng. Agrônomo, Dr, Pesquisador da Embrapa Semi-Árido.

⁴ Eng. Ambiental, Dr, Pesquisador da Embrapa Meio-Ambiente.

⁵ Técnica em Química e Processos Industriais – SENAI-CERTA, Petrolina-PE

Recife, Campina Grande etc, vêm utilizando alternativas para armazenar água de chuva para uso doméstico e, como forma de prevenção de enchentes e inundações.

A cisterna é uma tecnologia milenar, porém, até pouco tempo não existiam alternativas que viabilizassem sua utilização de forma extensiva. No início dos anos 80, a Embrapa Semi-Árido realizou pesquisas sobre materiais alternativos para construção do reservatório e de áreas de captação de água, tendo em vista que a maioria dos telhados das residências não era adequado em tamanho ou qualidade para captar o volume de água necessário às famílias durante o período seco (Silva e Porto, 1982). A partir desses estudos, surgiram alguns modelos e, atualmente fomentam o programa de governo P1MC, que tem como principal objetivo fornecer água potável para um milhão de famílias no Semi-Árido (Asabrazil, 2004).

Para garantia de água em quantidade e qualidade alguns parâmetros necessitam ser bem definidos na cisterna, principalmente relacionados ao número de usuários da água e seu consumo, período sem ocorrência de chuvas e a precipitação média na região. e, depois de construída a cisterna, um programa manejo da água adequado da água para evitar contaminação, preservando sua qualidade da cisterna (Silva et al. 1988).

Padrões de qualidade para consumo humano, indústria e irrigação variam enormemente. Para consumo humano, a legislação brasileira, por meio da Portaria Nº. 518, do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004, dispõe que “toda água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água” e define como água potável “aquela cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendem ao padrão de potabilidade e não oferece risco à saúde” (Ministério da Saúde, 2004).

A água é um elemento essencial à vida, porém, é necessário que tenha qualidade. Segundo a Organização Mundial de Saúde, cerca de quatro milhões de crianças morrem anualmente de doenças relacionadas com águas contaminadas (Ongley, 2001). Este estudo teve por objetivo caracterizar as cisternas construídas na Comunidade de Atalho, em Petrolina-PE, quanto aos aspectos físico-químicos e bacteriológicos, visando recomendar medidas para melhoria de sua qualidade e redução de doenças no meio rural.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 60 cisternas construídas na Comunidade de Atalho, município de Petrolina-PE, quanto aos aspectos físicos, químicos e bacteriológicos das águas armazenadas. Além disto, foram levantadas informações sobre as famílias que dispõem de cisternas para a captação e o armazenamento de água destinada ao consumo humano, identificadas por meio

de um questionário simples e fechado, contendo variáveis como: número de pessoas e de pequenos animais que consome a água da cisterna; distância que buscava a água antes da cisterna; informações sobre volume da cisterna, existência de elementos básicos como bomba, calhas, janela; quantidade e qualidade da água; formas de retirar a água da cisterna e de tratamento, necessidade de treinamento da comunidade sobre a cisterna, entre outras. Cada unidade de armazenamento de água foi georeferenciada, permitindo, deste modo, a elaboração de mapas e a realização de estudos contínuos.

A coleta da água nas cisternas foi realizada no período seco de 22/11 a 03/12 de 2004, sendo as amostras para análises físico-química e bacteriológicas coletadas separadamente, de acordo com as recomendações específicas e transportadas aos laboratórios da Embrapa Semi-Árido e do SENAI-CERTA para realização das respectivas análises. Para a coleta das águas foram utilizadas garrafas de polietileno de boca larga com capacidade para 500 e 250 ml, respectivamente. As variáveis analisadas foram: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , CO_3^- , HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , pH, S.D.T., coliformes fecais e totais.

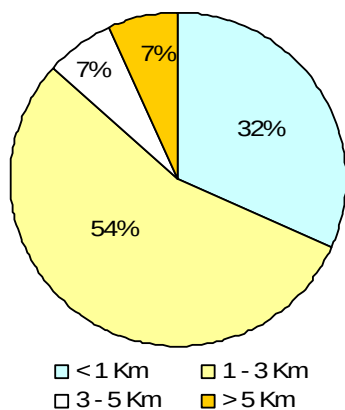
As amostras para análise bacteriológicas foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo, a uma temperatura inferior a 10 °C, as quais foram realizadas até doze horas após a coleta, devido a distância entre os pontos de amostragem e o laboratório. As análises foram realizadas conforme Instrução Normativa N°. 62, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MARA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

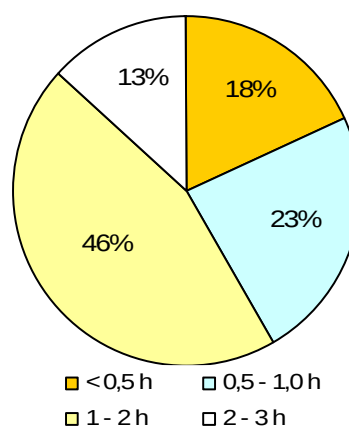
Os resultados obtidos a partir dos questionários aplicados confirmam que antes das cisternas as famílias caminhavam diariamente longas distâncias para buscar água e, assim, atender suas necessidades básicas. Constatou-se que apenas 32% dos entrevistados buscavam água a uma distância inferior a 1 Km, enquanto 54% caminhavam até 5 Km, disponibilizando cerca de uma a duas horas por dia para realizar esta atividade (Figura 1a e b). Observa-se na Figura 1c, que para a maioria das famílias (68%) o transporte da água era feito por animal guiado por um adulto, embora, para 20% delas, era feito só por adulto. Constatou-se também, que 65% dos entrevistados afirmaram que a cisterna recebe água de carro-pipa e que 58% desta, é proveniente de açudes. Estes resultados levam a concluir que o volume de água armazenado nas cisternas não é suficiente para atender às necessidades das famílias durante o período seco, confirmado por 98% das famílias entrevistadas, o que implica na continuidade da dependência do carro-pipa para fornecer água (Figura 1 a-f). Também foi afirmado por 100%

das famílias consultadas, que a água é retirada das cisternas com baldes, panelas, latas, o que pode comprometer sua qualidade, isto é, as cisternas não dispõem de bombas para retirada da água.

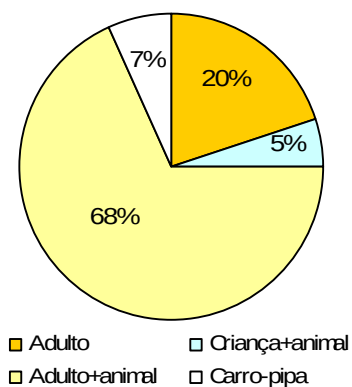
(a) Distância buscava água antes da cisterna



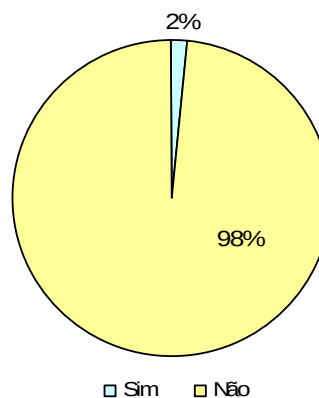
(b) Tempo necessário para buscar a água



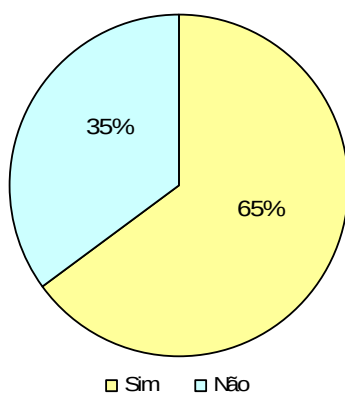
(c) Forma de transporte da água



(d) A água é suficiente para atender à família



(e) A cisterna recebe água de carro-pipa



(f) Fonte da água do carro-pipa

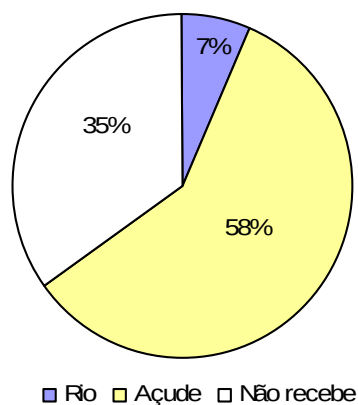


Figura 1. Algumas características das unidades familiares que dispõem de cisterna para o abastecimento de suas necessidades básicas no meio rural.

Quanto aos aspectos físico-químicos, observa-se que todas as variáveis analisadas atendem aos padrões de qualidade exigidos pela Portaria N°. 518, de 25 de março de 2004 (MS, 2004). A salinidade da água, refletida pelos valores dos sólidos dissolvidos totais (SDT), em todas as cisternas, está abaixo do limite máximo permitido (1.000 mg L^{-1}) para consumo humano, cujo valor máximo obtido foi igual a $STD = 230,40 \text{ mg L}^{-1}$, até mesmo naquelas que recebem água de carro-pipa. Os valores de pH variaram de neutro a alcalino, obtendo-se um valor médio de $pH = 7,67$ (Tabela 1).

Quanto aos aspectos bacteriológicos, constatou-se que 73%, correspondendo a onze amostras de água das quinze analisadas, apresentaram-se contaminadas por coliformes fecais (Tabela 1), estando, portanto, em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria N°. 518, do Ministério da Saúde (MS, 2004). Resultados semelhantes foram verificados por Amorim e Porto (2001) em amostras de água de cisternas destinadas ao consumo humano, no município de Petrolina-PE, que encontraram coliformes fecais em todas as amostras analisadas. Estes resultados evidenciam riscos à saúde da população consumidora dessas águas, principalmente daquelas que não fazem nenhum tipo tratamento.

A determinação da concentração de coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos ao homem, em especial às crianças, por serem responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como verminoses, febre tifóide, desenteria bacilar e cólera, entre outras.

Nesta situação, as medidas recomendadas para melhoria da qualidade da água estão relacionadas com processos de tratamento, os quais podem variar de simples a complexos. Medidas simples e eficientes, necessariamente, passam por processos de filtragem da água, utilizando filtros caseiros facilmente encontrados no comércio, a fervura da água e a aplicação de cloro para eliminar as bactérias.

O cloro seja na forma de hipoclorito de sódio (10%) ou como água sanitária (2%), para ser aplicado na água destinada ao consumo humano deve atender alguns requisitos básicos. Inicialmente, deve-se atentar que a quantidade de cloro varia em função do volume de água armazenada no reservatório, de forma que a concentração de cloro residual livre seja da ordem de $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ (Ministério da Saúde, 2004). Para isto, basta seguir as orientações de Amorim e Porto (2001), contidas na Tabela 2, que recomendam ainda, que o cloro deve ser

aplicado de forma mais homogênea possível e após sua aplicação, deve-se esperar pelo menos 30 minutos para consumir a água.

Tabela 1. Características físico-químicas e bacteriológicas das águas das cisternas na Comunidade de Atalho, município de Petrolina-PE, analisadas no período sem chuvas (nov./2004).

Código Cisterna	Características Físico-químicas										Bacteriológicas			
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	pH	S.D.T. (mg L ⁻¹)	DT (mg L ⁻¹)	Classe p/ irrigação	Coliformes Totais	Fecais
	------(mmol _c L ⁻¹)-----													
Q2C	1,80	0,90	0,31	0,57	0,00	3,00	0,07	0,40	7,60	179,20	135,00	C ₂ S ₁	< 3,0	< 3,0
Q4C	2,10	0,70	0,34	0,63	0,00	3,10	0,04	0,50	7,60	192,00	140,00	C ₂ S ₁	93,00	7,40*
Q5C	2,20	0,70	0,32	0,78	0,20	3,00	0,10	0,50	8,10	204,80	145,00	C ₂ S ₁	6,10	< 3,0
Q6C	2,30	0,70	0,35	0,65	0,00	3,20	0,07	0,50	7,70	211,20	150,00	C ₂ S ₁	> 1100	20,00*
Q7C	2,00	0,70	0,35	0,52	0,00	2,70	0,12	0,40	7,60	198,40	135,00	C ₂ S ₁	93,00	11,00*
Q10C	2,30	0,70	0,33	0,65	0,10	3,00	0,07	0,50	8,10	204,80	150,00	C ₂ S ₁	23,00	< 3,0
Q11C	2,50	0,80	0,43	0,72	0,00	3,50	0,16	0,60	7,20	230,40	165,00	C ₂ S ₁	23,00	3,60*
Q18C	2,30	0,80	0,33	0,63	0,00	3,10	0,17	0,40	7,70	224,00	155,00	C ₂ S ₁	460,00	15,00*
Q19C	2,20	0,90	0,36	0,67	0,00	3,20	0,20	0,50	7,80	224,00	155,00	C ₂ S ₁	9,20	9,20*
Q22C	2,00	0,60	0,25	0,63	0,00	2,80	0,11	0,30	7,80	179,20	130,00	C ₂ S ₁	6,20	< 3,0
Q24C	2,20	0,70	0,32	0,61	0,00	3,20	0,09	0,50	7,90	211,20	145,00	C ₂ S ₁	240,00	93,00*
Q34C	1,80	0,10	0,10	0,20	0,00	2,00	0,02	0,20	7,40	128,00	95,00	C ₁ S ₁	75,00	23,00*
Q56C	2,40	0,60	0,32	0,63	0,00	3,10	0,07	0,50	7,80	211,20	150,00	C ₂ S ₁	75,00	11,00*
Q57C	2,50	0,70	0,39	0,73	0,00	3,30	0,10	0,60	7,40	230,40	160,00	C ₂ S ₁	210,00	20,00*
Q58C	2,30	1,00	0,36	0,64	0,00	3,30	0,16	0,60	7,40	230,40	165,00	C ₂ S ₁	150,00	11,00*
Média	2,19	0,71	0,32	0,62	0,02	3,03	0,10	0,47	7,67	203,95	145,00	-	-	-

*Amostra de água fora dos padrões de qualidade para consumo humano, de acordo com Portaria N°. 518, do Ministério da Saúde (MS, 2004).

Tabela 2. Quantidade de produto a base de cloro líquido para desinfecção de água destinada ao consumo humano, a um nível de cloro residual de 2 mg L⁻¹.

Produto	Quantidade	Volume de água (Litros)	Tempo de espera (minutos)
Hipoclorito de sódio a 10%	20 mL ou 2 colheres de sopa	1.000	30
Água Sanitária a 2%	100 mL ou 10 colheres de sopa	1000	30

Fonte: Amorim e Porto (2001)

CONCLUSÕES SUGESTÕES

1. Os resultados obtidos indicam que as cisternas possibilitaram às famílias disponibilizarem uma a duas horas por dia para realizar outras atividades. Também, que a quantidade da água armazenada não é suficiente para atender ao consumo da família, havendo necessidade de serem abastecidas com carro-pipa;
2. A qualidade bacteriológica das águas das cisternas está em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde;
3. Capacitar os agentes de saúde para orientarem as famílias no tratamento adequado da água de beber pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade das águas e reduzir suas conseqüências na saúde da família.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M. C. C. de; PORTO, E. R. Avaliação da qualidade bacteriológica das águas de cisternas: estudo de caso no município de Petrolina-PE. IN: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 3. 2001, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: ABCMAC. 2001. CD-room.

ASABRASIL. **Programa de formação e mobilização social para a convivência com o semi-árido: um milhão de cisternas.** Disponível em <http://www.asabrasil.org.br/p1mc.htm>. Acesso em: 9 dez. 2004.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO E PECUÁRIA-MARA. Instrução Normativa Nº. 62, de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial**, Brasília, 18 de setembro de 2003. Seção 1, p.14.

MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS. Portaria N°. 518, de 25 de março de 2004. **Diário Oficial**, Brasília, 26 de março de 2004. Seção 1, p. 266.

ONGLEY, E. D. **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas**. Tradução H. R. Ghevy; H.R., F. A. V. Damaceno; L. T. de L. BRITO; Campina Grande: UFPB, 2001. 92 p. (FAO. Irrigação e Drenagem; 55).

SILVA. A. de S.; BRITO, L. T. de 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. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 16).

SILVA. A. de S.; PORTO, E. R. **Utilização e conservação dos recursos hídricos em áreas rurais do Trópico Semi-Árido do Brasil**; tecnologias de baixo custo. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1982. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 14).

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/CT-HIDRO pela disponibilização dos recursos financeiros para realização desses estudos.

Ao técnico Joaquim Moreira Peixoto, pela dedicação e esforço na realização nos trabalhos de campo.



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E USO DE RECURSOS FINANCEIROS NO SEMI-ÁRIDO DA PARAÍBA

Josiclêda Domiciano Galvêncio

Dra. Recursos Naturais. Bolsista EMBRAPA/DCR/FACEPE/CNPq. E-mail:

josi@cpatsa.embrapa.br

Janes G. Ribeiro

Estatístico. E-mail: janesrg@bol.com.br

RESUMO

A captação de água de chuva é uma técnica para fornecimento de água com potencial para resolver os problemas com abastecimento de água no Sertão. Este trabalho trata de identificar os meios mais utilizados para captação e armazenamento de água de chuva e os recursos financeiros utilizados para obtenção de tal meio, no semi-árido da Paraíba. Conclui-se que em torno de 50% dos entrevistados possuem cisternas em suas casas, 30% possuem cisternas e tanques, 10% utilizam água de cacimbas e 10% usam água de tambores e cisternas.

Os tipos de recursos utilizados para a construção da infra-estrutura hídrica foram em torno de 30% recursos próprios, 50% recursos de associações, 10% recurso do governo federal e 10 % não possui nenhum tipo de infra-estrutura hídrica para captação de água de chuva.

Palavra chave: *captação de água de chuva, Paraíba , recursos financeiros.*

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais é incrível que o Brasil ainda não tenha aprendido a conviver com os episódios de seca. Que o fenômeno possa ser recebido como determinismo geográfico é algo que ainda se situa na raia do possível, apesar de totalmente fora do razoável. Mas o que é verdadeiramente inaceitável é o determinismo de seus efeitos perversos sobre uma população sofrida, que somente agora passa a assistir a adoção de ações estruturantes capazes de reverter

tais efeitos, permitindo que se afirme que, a contar de 1995, as conseqüências da seca no Nordeste Brasileiro estão com anos contados.

Há três razões principais para a preocupação com o tema da seca no Brasil. A primeira delas está no tamanho da região semi-árida, que alcança quase um milhão de quilômetros quadrados, superior ao território de muitos países do mundo, associado à presença de uma expressiva população em torno de trinta e cinco milhões de habitantes. A segunda razão se relaciona com o quadro de pobreza reinante na região, que é agravado pelo seu crescimento populacional sem a necessária criação de infra-estrutura que contribua para um patamar mínimo aceitável de nível de vida de seu habitante. E a terceira razão, já mencionada nas linhas que inauguram este texto, é o fato de, apesar da gravidade desse quadro, o Brasil, somente a partir de 1995, ter encontrado os verdadeiros caminhos que levarão a uma reversão do problema, o que ainda custará, entretanto, uma série de anos algo longa, a manterem-se as medidas em curso, pois o passivo gerado por tantas décadas de soluções paliativas é deveras elevado.

Segundo SOUZA (2001) um sistema de captação de água de chuva fornece água em quantidade que depende do clima, da área de captação do telhado, do tamanho da cisterna e dos hábitos de consumo de água daquela cisterna. As primeiras construções tinham como principal objetivo a adequação da tecnologia às pequenas unidades familiares e ainda a capacitação da equipe e de agricultores quanto aos aspectos de localização, construção.

Embora existam argumentos que no Nordeste há um grande potencial de recursos hídricos subterrâneos, há também constatações de carência do precioso líquido. Segundo MIRANDA NETO (1999), a água como recurso indispensável à nossa sobrevivência está se tornando cada vez mais escassa. A explosão demográfica e as persistentes agressões ambientais estão agravando as perspectivas. Acresce MIRANDA NETO (1999) que os interesses daqueles que disputam o usufruto dos recursos hídricos vão se enfrentar com intensidade cada vez maior.

Diante do exposto, este estudo se ocupa em identificar os meios mais utilizados para captação e armazenamento de água de chuva e os recursos financeiros utilizados para obtenção de tal meio, no semi-árido da Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

O conteúdo geral da pesquisa fala sobre a importância da captação e armazenamento de água. Um sistema de captação de água de chuva fornece água em quantidade que depende do clima, da área de captação do telhado, do tamanho da cisterna e dos hábitos de consumo de água daquela cisterna.

As cisternas de placas, fabricadas com placas de concreto (nas medidas de 50X60X3 cm) e arame liso, rebocado por dentro e por fora são até hoje as mais construídas no Nordeste, como mostra a Figura 1.

Mundialmente mais usada é a cisterna de concreto com tela de arame (que utiliza uma forma durante a primeira fase de construção). Pode ser usado tanto em pequenos como em grandes programas de construção de cisternas, como mostra a Figura 2.

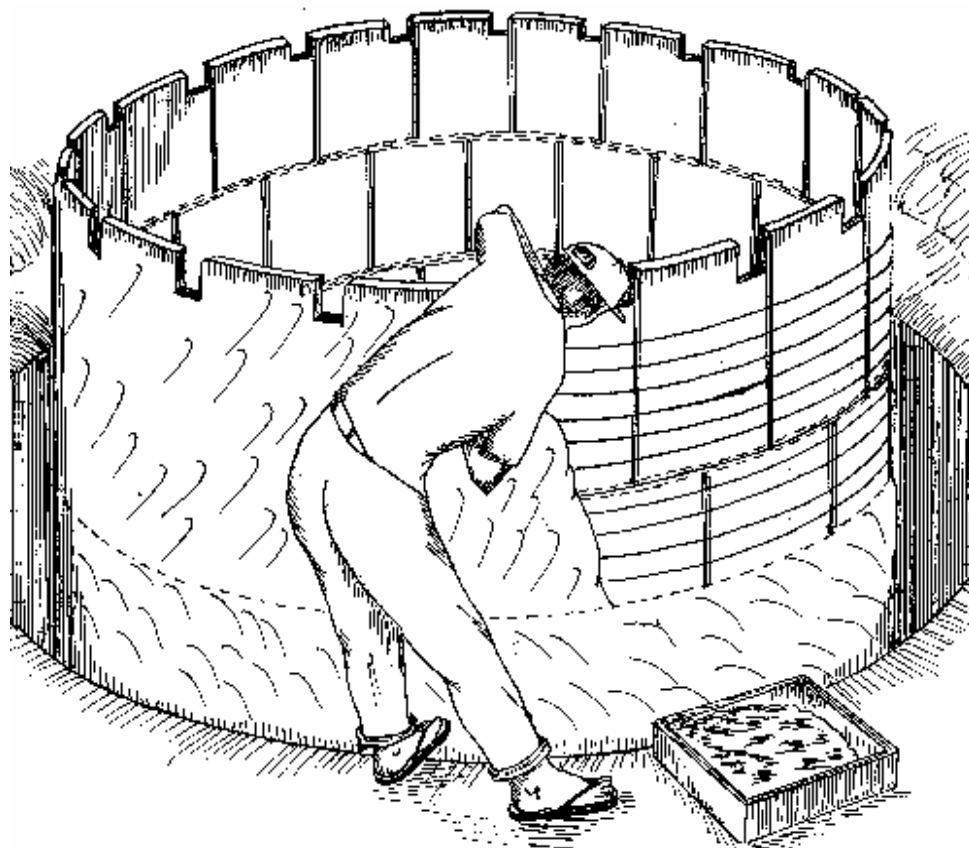


Figura 1 - Rebocando uma cisterna de placa pelo lado de fora. (J.Gnadlinger, 1997)

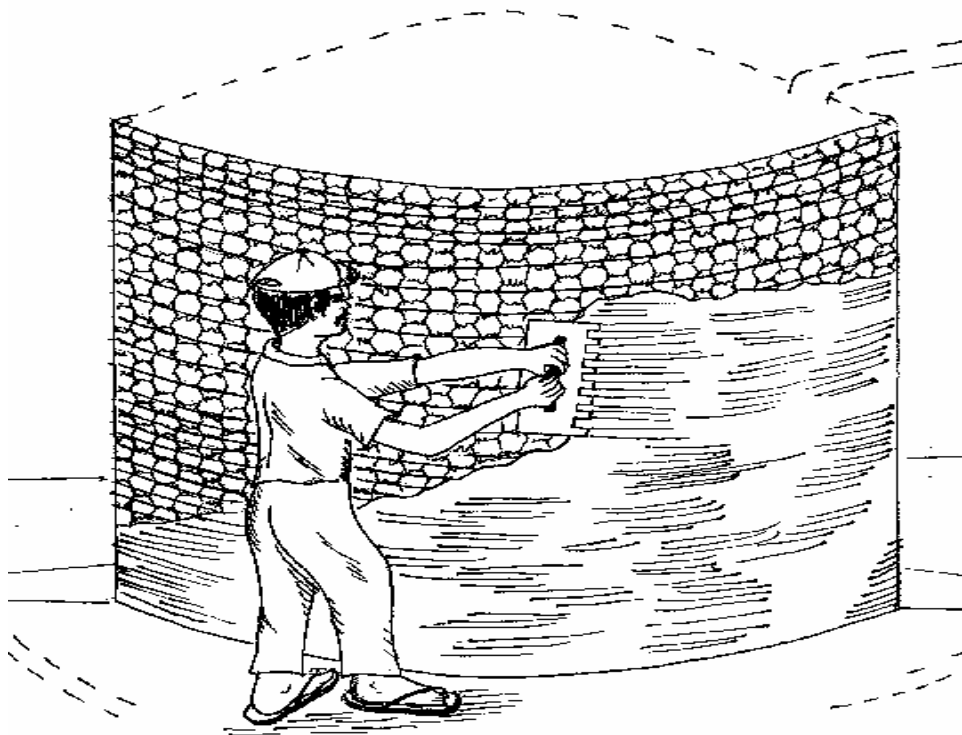


Figura 2 – Rebocando uma cisterna de concreto com tela de arame pelo o lado de fora.
(J.Gnadlinger, 1997)

Aqui, efetuaram-se entrevistas através de questionários aos usuários que usufruem ou necessitam de sistemas de captação de água no município de Teixeira no Estado da Paraíba.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo é discutido o resultado das respostas de dez entrevistados sobre o sistema de captação de água de chuva na comunidade de Teixeira – PB.

O gráfico 1 mostra o percentual do tipo de infra-estrutura hídrica utilizada pela comunidade. Como pode ser visto na Figura 1, em torno de 50% dos entrevistados possuem cisternas em suas casas, 30% possuem cisternas e tanques, 10% utilizam água de cacimbas e 10% usam água de tambores e cisternas. A captação da água da chuva através de cisternas se tornou uma opção necessária no semi-árido brasileiro.

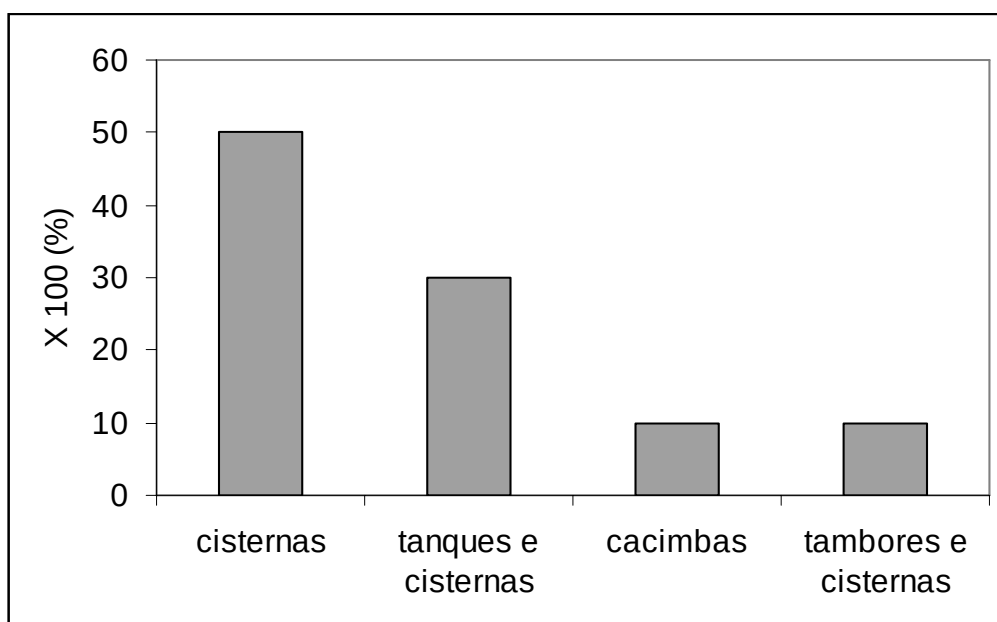


Gráfico 1 – Percentual do tipo de infra-estrutura hídrica utilizada pelos entrevistados

De acordo com os entrevistados o incentivo para a construção de cisternas, tanques ou qualquer outro tipo de infra-estrutura para captação de água de chuva se dá principalmente pela falta constante de água. As pessoas que não possuem ainda infra-estrutura para captação de água de chuva são devido a falta de recursos financeiros. E ainda, outras pessoas conseguiram a construção de cisternas ou tanques através do incentivo familiar. Segundo eles, a construção de cisternas, tanques e outros trouxeram muitos benefícios, tais como, menos esforço físico, pois não é necessário ir muito longe para obter água para o consumo humano, maior estoque de água, diminuiu a falta de água em torno de três meses, benefícios de higiene pessoal, dentre outros. O tratamento da água é feito através de cloro, água sanitária, produtos distribuídos pela vigilância sanitária, filtros e ferver. A água captada pela chuva é utilizada para o consumo em geral. De acordo com os entrevistados a água não é tão boa para beber, mas não tem outra opção a não ser utilizá-la para todos os consumos. Eles afirmaram que a construção de cisternas para captação de água de chuva é uma boa solução para o problema da dificuldade em que muitas famílias têm de conseguir água para o consumo doméstico e que, na maioria das vezes, fazem longas caminhadas para obtenção dessa água.

O gráfico 2 mostra o percentual do tipo de recursos utilizado para a construção da infra-estrutura hídrica dos entrevistados. Em torno de 30% utilizou recursos próprios, 50% recursos de associações, 10% recurso do governo federal e 10 % não possui nenhum tipo de infra-estrutura hídrica para captação de água de chuva. Eles afirmam que antes da construção

de cisternas, tanques, etc., tinham grande dificuldade para conseguir água para beber. Na maioria das vezes a única opção era cavar profundas cacimbas na tentativa de obter água para beber. E essas cacimbas na maioria das vezes bastante distante da sua moradia. Caso contrário, na inexistência de cacimbas era necessário comprar em carros pipas. Por fim, todos os entrevistados acham que o governo federal deve investir na construção de cisternas e poços na tentativa de diminuir a falta de água no Semi-Árido do Nordeste brasileiro.

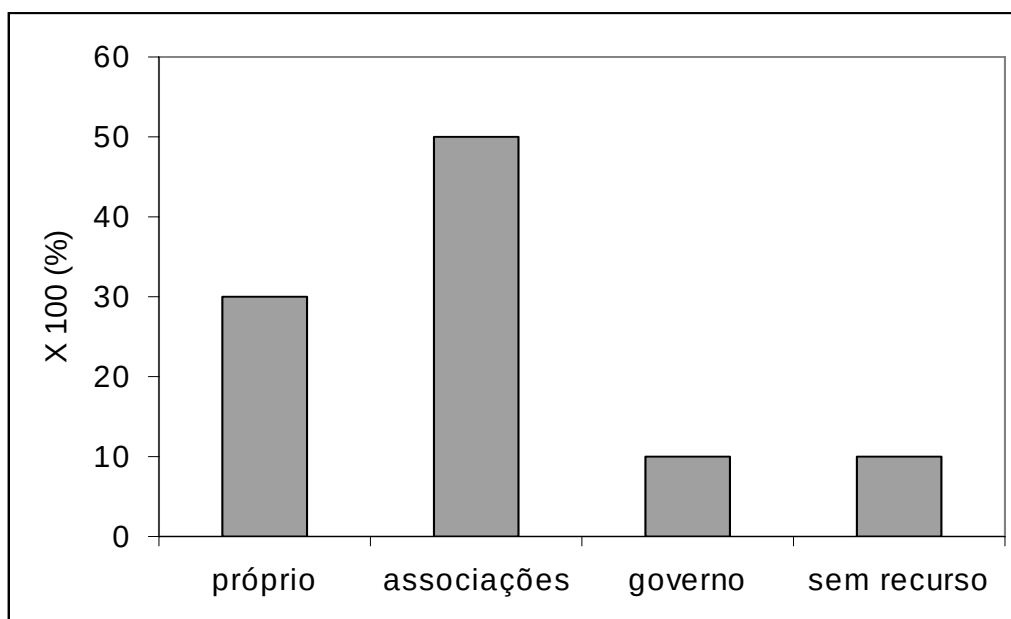


Gráfico 2 – Percentual do tipo de recurso financeiro utilizado

CONCLUSÃO

Em torno de 50% dos entrevistados possuem cisternas em suas casas, 30% possuem cisternas e tanques, 10% utilizam água de cacimbas e 10% usam água de tambores e cisternas.

O tipo de recursos utilizado para a construção da infra-estrutura hídrica foi em torno de 30% recursos próprios, 50% recursos de associações, 10% recurso do governo federal e 10 % não possui nenhum tipo de infra-estrutura hídrica para captação de água de chuva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MIRANDA NETO. Água, recurso vital, *Jornal o Liberal*. Belém, 2 p. 1999.

J. GNADLINGER. Apresentação técnica de diferentes tipos de cisternas construídas em comunidades rurais do SAB, Petrolina, PE, 1997.

SOUZA, R. A. de. **Micro-barragem subterrânea a experiência ONG caatinga (Ouricuri-PE)**. 3. Simpósio sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva, em Campina Grande - PB, de 21 a 23 de novembro de 2001.



**CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
SUSTENTABILIDADE DE ÁREAS RURAIS E URBANAS –
TECNOLOGIAS E CONSTRUÇÃO DA CIDADANIA
TERESINA, PI, DE 11 A 14 DE JULHO DE 2005**

**PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL E A CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO
ESTADO DA PARAÍBA**

Josiclêda Domiciano Galvêncio; Janes Galvêncio Ribeiro

Dra. Recursos Naturais. Bolsista EMBRAPA/ DCR/FACEPE/CNPq. E-mail:

josi@cpatsa.embrapa.br.

RESUMO

A captação de água de chuva é uma técnica com potencial para resolver os problemas com abastecimento de água no Sertão e, conseqüentemente, uma tecnologia-chave. Este estudo tem como objetivo estimar a área de captação de água de chuva para os municípios do Estado da Paraíba, de acordo com a Precipitação Média Anual (PMA). Na região do Cariri uma cisterna de 16 m³ atinge sua capacidade máxima com uma área de captação em torno de 65 m². Na região do Sertão seria necessária uma área de captação entre 20 a 30 m². No sertão Paraibano a área do telhado das casas são suficientes para as cisternas de 16 m³ atingirem a sua capacidade máxima. A captação de água de chuva é uma técnica que pode contribuir significativamente para amenizar os problemas de falta de água no sertão da Paraíba.

Palavra chave: *precipitação , captação água de chuva, Paraíba Semi-árido.*

INTRODUÇÃO

Na região semi-árida do Nordeste brasileiro a agricultura começou a ser praticada na segunda metade do século XIX. A população local não teve oportunidade de fazer experiências com métodos de captação de água de chuva, e menos ainda de aprender a viver e trabalhar no clima semi-árido. Entre 1981 e 1983 houve mais uma grande seca na região. Em consequência disso muitos migraram para as cidades grandes, enquanto outros tantos se viram forçados a vender suas terras a preços irrisórios para grandes proprietários ou fazendeiros

irrigantes. Aqueles que encontraram forças para se organizar e resistir se juntou para desenvolver estratégias para lidar com a "política da seca".

O semi-árido brasileiro está delimitado pela projeção das chuvas da chamada Zona de Convergência Intertropical, que abrange parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. A Zona de Convergência Intertropical é um sistema formador de chuvas muito especial, oferecendo uma precipitação anual raramente superior a 600 mm, fenômeno que, em combinação com os elevados índices de insolação, faz da semi-aridez - e mesmo aridez, em alguns casos - o traço fisiográfico predominante na região. O desenvolvimento sócio-econômico da região semi-árida tem sido negativamente influenciado por essas condições climáticas. Aliada às adversidades climáticas, foi a histórica inexistência de uma política eficiente e continuada de gestão dos recursos hídricos da região que motivou o Governo Federal, a partir de 1995, a dar partida nos estudos que desaguaram na formulação do Proágua semi-árido, (GARRIDO, 1999).

O semi-árido brasileiro já não pode mais esperar, sobretudo no caso de algumas situações críticas, pelas ações de planejamento, para somente a partir daí colocar em prática as necessárias medidas de gestão. Assim, nesta região, a falta de água periódica tem sido há muito tempo um assunto de importância pessoal, econômica e política. As Condições geológicas da região não são favoráveis ao desenvolvimento de recursos hídricos subterrâneos. Assim, o transporte periódico de água potável com carros pipas tem sido uma característica da região. Embora a captação de água de chuva seja mais fácil de por em prática do que as alternativas principais, ela não pode oferecer "100% de segurança hídrica", porque necessitaria da instalação de cisternas enormes, com capacidade de, talvez, 50 m³ por residência, (GARRIDO, 1999).

Este estudo tem como objetivo estimar a área de captação de água de chuva para os municípios do Estado da Paraíba, de acordo com a Precipitação Média Anual (PMA).

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados dados de precipitação média anual no âmbito do Estado da Paraíba. Esses dados foram obtidos junto ao Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande.

O método utilizado foi o proposto por SILVA et al. (1984). Nesse estudo os autores descrevem o dimensionamento de cisternas rurais do tipo CPATSA – Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. O dimensionamento da área de captação (A_c) é calculado a partir da fórmula:

$$A_c = \frac{V_T}{C \times P_m}$$

(01)

em que V_T = Volume total de água armazenável = 16 m^3 , C = Coeficiente de Escoamento Superficial = 0,70 e P = precipitação média anual

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra a precipitação média anual no âmbito do Estado da Paraíba. Nota-se que a região do Cariri apresenta menor índice de precipitação. Ou seja, a área verde claro apresenta precipitação média anual em torno de 300 mm.

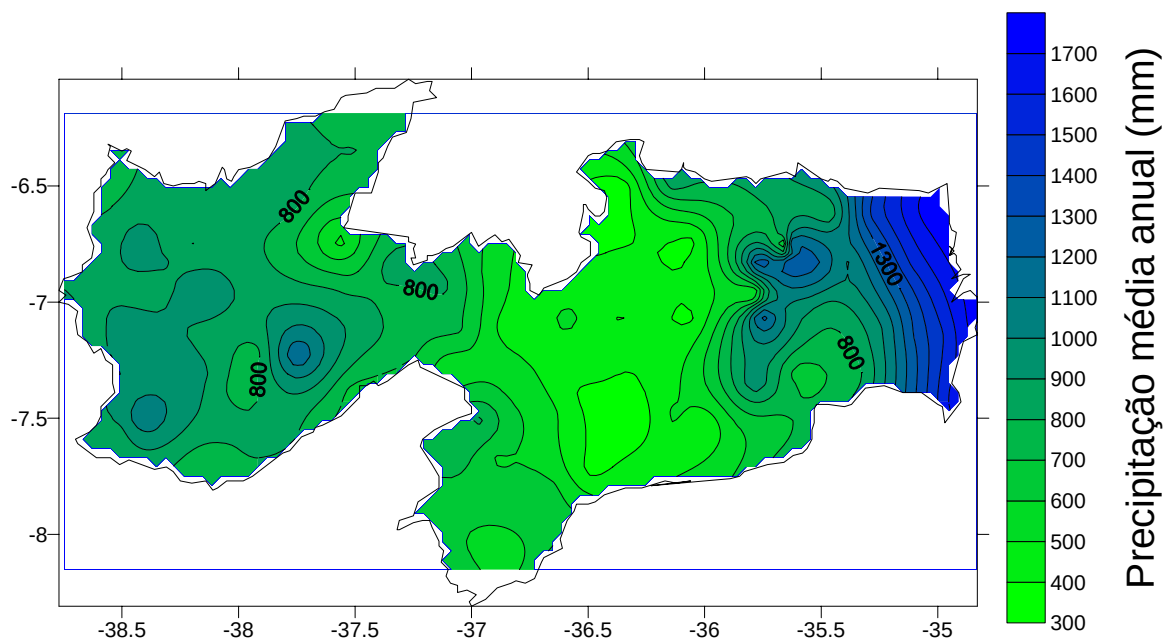


Figura 1 – Precipitação média anual no âmbito do Estado da Paraíba

A Tabela 1 apresenta o nome dos municípios, posto pluviométrico, latitude e longitude de cada posto pluviométrico, precipitação média anual, área de captação necessária para o armazenamento de água máximo de uma cisterna de 16 m³.

Tabela 1-Informações dos nomes dos municípios, posto pluviométrico, latitude e longitude, precipitação média anual (mm), área de captação e a precipitação média anual (m).

Município	Posto	Latitude (graus)	Longitude (graus)	PMA	Ac (m2)	PMA (m)
Água Branca	Água Branca	-7,51194	-37,63667	719,6	31,76368	0,7196
Aguiar	Aguiar	-7,09333	-38,17333	893,5	25,58158	0,8935
Alagoa Grande	Alagoa Grande	-7,03667	-35,63111	950	24,06015	0,95
Alagoa Nova	Alagoa Nova	-7,05417	-35,75778	1283,7	17,80567	1,2837
Alhandra	Alhandra	-7,42556	-34,91056	1691,9	13,50975	1,6919
Araçagi	Araçagi	-6,83333	-35,38778	982,1	23,27374	0,9821
Araruna	Araruna	-6,53139	-35,73972	844,5	27,06589	0,8445
Arara	Arara	-6,83139	-35,7625	1358,4	16,82652	1,3584
Aroeiras	Aroeiras	-7,54583	-35,71111	631,5	36,195	0,6315
Bananeiras	Bananeiras	-6,75139	-35,63417	1190	19,20768	1,19
Bananeiras	Vila Maia	-6,78083	-35,57806	1225,7	18,64824	1,2257
Barra de Santa Rosa	Barra de Santa Rosa	-6,72889	-36,05639	369,7	61,82619	0,3697
Barra de São Miguel	Barra de São Miguel	-7,75167	-36,31806	464	49,26108	0,464
Belém do Brejo do Cruz	Belém do Brejo do Cruz	-6,18639	-37,53556	721	31,702	0,721
Boa Ventura	Boa Ventura	-7,42056	-38,21778	942,6	24,24904	0,9426
Bonito de Santa Fé	Bonito de Santa Fé	-7,31444	-38,51444	896,4	25,49882	0,8964
Barra de Santana	Bodocongó	-7,52361	-35,99861	404,3	56,5351	0,4043
Boqueirão	Boqueirão, Ac. (A)	-7,49083	-36,13583	527,3	43,34751	0,5273
Brejo do Cruz	Brejo do Cruz	-6,34833	-37,49972	810	28,21869	0,81
Cabaceiras	Cabaceiras	-7,49222	-36,28694	333,6	68,51662	0,3336
Cachoeira dos Índios	Balanços	-6,99056	-38,74722	913,2	25,02972	0,9132
Cacimba de Dentro	Cacimba de Dentro	-6,63667	-35,79528	719	31,79018	0,719
Caiçara	Caiçara	-6,61472	-35,46806	785,8	29,08774	0,7858
Cajazeiras	Cajazeiras	-6,89417	-38,54444	880,6	25,95633	0,8806
Cajazeiras	Engenheiro Avidos, Aç.	-6,98083	-38,455	871,9	26,21533	0,8719
Camalaú	Camalaú	-7,89	-36,82556	665,5	34,34582	0,6655
Campina Grande	Embrapa	-7,22556	-35,90417	764,3	29,90598	0,7643
Catingueira	Catingueira	-7,12833	-37,60833	946,2	24,15678	0,9462
Catolé do Rocha	Catolé do Rocha	-6,34389	-37,74667	849,1	26,91926	0,8491
Conceição	Conceição	-7,56	-38,50194	868,7	26,31189	0,8687
Condado	Condado	-6,92306	-37,59472	781	29,26651	0,781
Congo	Congo	-7,80222	-36,65861	634,8	36,00684	0,6348
Coremas	Coremas, Ac.	-7,025	-37,94278	882,3	25,90632	0,8823
Cruz do Espírito Santo	Cruz do Espírito Santo	-7,14083	-35,09111	1335,6	17,11376	1,3356

Cuité	Cuité	-6,485	-36,14917	872,7	26,19129	0,8727
Desterro	Desterro	-7,29028	-37,08806	498,9	45,81508	0,4989
Fagundes	Fagundes	-7,35861	-35,78444	981,3	23,29272	0,9813
Guarabira	Guarabira	-6,84528	-35,49639	1196,8	19,09855	1,1968
Gurjão	Gurjão	-7,24778	-36,48917	485,5	47,07959	0,4855
Ibiara	Ibiara	-7,50639	-38,40722	1097,2	20,83225	1,0972
Imaculada	Imaculada	-7,38222	-37,50944	657,6	34,75843	0,6576
Ingá	Ingá	-7,2925	-35,61194	661,3	34,56395	0,6613
Itabaiana	Itabaiana	-7,325	-35,3375	770,6	29,66149	0,7706
Itaporanga	Itaporanga	-7,3	-38,15	925,5	24,69707	0,9255
Jacaraú	Jacaraú	-6,61361	-35,29167	1424,5	16,04573	1,4245
Jericó	Jericó	-6,56028	-37,8	886	25,79813	0,886
João Pessoa	DFAARA (INMET)	-7,09278	-34,8333	1764,2	12,9561	1,7642
Juazeirinho	Juazeirinho	-7,06833	-36,58	522,3	43,76248	0,5223
Jurú	Jurú	-7,54778	-37,80667	845,1	27,04667	0,8451
Mãe D'Água	Mãe D'Água	-7,25722	-37,42528	746,9	30,60268	0,7469
Malta	Malta	-6,90333	-37,51972	715,9	31,92784	0,7159
Mamanguape	Mamanguape	-6,83556	-35,12139	1501,1	15,22693	1,5011
Manaira	Manaira	-7,70694	-38,1525	699,4	32,68107	0,6994
Mataraca	Mataraca	-6,60139	-35,05361	1742,6	13,11669	1,7426
Monteiro	Embrapa	-7,885	-37,12694	620,4	36,84259	0,6204
Mulungú	Mulungú (PVG)	-7,03111	-35,46917	832,2	27,46593	0,8322
Nazarezinho	Nazarezinho	-6,92	-38,31972	863,8	26,46115	0,8638
Nova Olinda	Nova Olinda	-7,48194	-38,0425	840	27,21088	0,84
Olho D'Água	Olho D'Água	-7,22778	-37,75056	1219,3	18,74612	1,2193
Olivedos	Olivedos (PVG)	-6,98861	-36,24361	471	48,52897	0,471
Passagem	Passagem	-7,13639	-37,0475	711,1	32,14336	0,7111
Patos	Embrapa (PVG)	-7,00083	-37,31306	715,3	31,95462	0,7153
Pedra Lavrada	Pedra Lavrada	-6,75528	-36,46444	359,4	63,59806	0,3594
Piancó	Piancó	-7,215	-37,92583	751,1	30,43156	0,7511
Picuí	Picuí (PVG - A)	-6,505	-36,34694	339,1	67,40532	0,3391
Pilar	Pilar	-7,2675	-35,26083	921,2	24,81236	0,9212
Pocinhos	Pocinhos	-7,07778	-36,05917	382,3	59,7885	0,3823
Pombal	Pombal	-6,77194	-37,80056	730,9	31,2726	0,7309
Prata	Prata	-7,695	-37,08417	748,2	30,54951	0,7482
Princesa Isabel	Princesa Isabel	-7,73306	-37,99444	789,2	28,96242	0,7892
Remígio	Remígio	-6,96694	-35,79139	396,6	57,63274	0,3966
São João do Rio do Peixe	Pilões, Aç.	-6,695	-38,52194	819,8	27,88136	0,8198
São João do Rio do Peixe	Antenor Navarro (PVG)	-6,72528	-38,45194	976,3	23,41201	0,9763
São João do Tigre	São João do Tigre	-8,08	-36,84722	503,2	45,42357	0,5032
São João do Tigre	Santa Maria da Paraiba	-8,10528	-36,63972	746,7	30,61088	0,7467
Salgadinho	Salgadinho	-7,10222	-36,84528	435,8	52,4487	0,4358
Santa Luzia	Santa Luzia	-6,86806	-36,91806	547,8	41,72534	0,5478
Santa Rita	Santa Rita	-7,14056	-34,98278	1480,7	15,43671	1,4807
Santa Terezinha	Santa Terezinha	-7,08417	-37,445	871,1	26,2394	0,8711
Santana dos Garrotes	Santana dos Garrotes	-7,38333	-37,98972	726,6	31,45767	0,7266
São João do Cariri	São João do Cariri(UFPB)	-7,3825	-36,5286	381,4	59,92958	0,3814

Caraúbas	Caraúbas	-7,72528	-36,49028	365,6	62,51954	0,3656
São José da Lagoa Tapada	São José da Lagoa Tapada	-6,94222	-38,16194	998,5	22,89148	0,9985
São José de Espinharas	São José de Espinharas	-6,84806	-37,32639	884,7	25,83604	0,8847
São José de Piranhas	São José de Piranhas	-7,11556	-38,49667	979,3	23,34029	0,9793
São José de Piranhas	Arapuá, St.	-7,11556	-38,61611	849,6	26,90342	0,8496
São José dos Cordeiros	São José dos Cordeiros	-7,39083	-36,80583	554,5	41,22118	0,5545
São Mamede	São Mamede	-6,93056	-37,10361	820	27,87456	0,82
São Sebastião do Umbuzeiro	São Seb. Umbuzeiro	-8,15167	-37,00972	624,9	36,57728	0,6249
Sapé	Sapé	-7,0925	-35,22333	1029,3	22,20649	1,0293
Seridó	Seridó (PVG)	-6,85528	-36,41056	465,3	49,12345	0,4653
Serra Branca	Serra Branca	-7,48194	-36,66	532,8	42,90004	0,5328
Coxixola	Coxixola	-7,62861	-36,60556	486,8	46,95387	0,4868
Serra Grande	Serra Grande	-7,21417	-38,37222	892,3	25,61598	0,8923
Serraria	Serraria	-6,81917	-35,63861	1288,3	17,7421	1,2883
Solanea	Solânea	-6,75944	-35,64778	413,8	55,23717	0,4138
Soledade	Soledade (PVG)	-7,06083	-36,36194	391,2	58,42828	0,3912
Soledade	Pendência, Fz.	-7,17694	-36,48639	447,2	51,11168	0,4472
Sousa	Sousa	-6,76944	-38,21944	783,9	29,15824	0,7839
Sousa	São Gonçalo (INMET)	-6,83583	-38,31167	914,4	24,99688	0,9144
Sousa	São Vicente, St.	-6,61417	-38,33028	863,7	26,46422	0,8637
Sumé	Sumé	-7,67361	-36,89639	584,9	39,07872	0,5849
Sumé	Bananeiras, Fz.	-7,50694	-36,96306	825,5	27,68885	0,8255
Taperoá	Taperoá (PVG)	-7,21639	-36,82806	505,6	45,20796	0,5056
Teixeira	Teixeira (PVG)	-7,22167	-37,24972	714,6	31,98593	0,7146
Triunfo	Barra do Juá	-6,51417	-38,53917	776,9	29,42096	0,7769
Uiraúna	Uiraúna	-6,52306	-38,40917	820,6	27,85418	0,8206
Umbuzeiro	Umbuzeiro	-7,69583	-35,66417	755,7	30,24632	0,7557
Umbuzeiro	Mata Virgem	-7,74	-35,79361	657,7	34,75314	0,6577
Vista Serrana	Desterro de Malta	-6,73861	-37,56833	455	50,23548	0,455

A Figura 2 mostra a área de captação necessária para que uma cisterna de 16m³ possa captar seu volume máximo no âmbito do Estado da Paraíba. Nota-se que na região do Cariri para que uma cisterna de 16 m³ chegue a sua capacidade máxima seria necessária uma área de captação em torno de 65 m². Para a região do Sertão seria necessária uma área de captação entre 20 a 30 m². Ou seja, as cisternas atualmente construídas de 16 m³ trazem mais benefícios para as famílias do Sertão do que para as famílias residentes no Cariri. Porém, como a escassez de água no Cariri é bem maior do que no Sertão as cisternas construídas no Cariri são tão importantes para a população quanto as cisternas construídas no Sertão. Pois, a necessidade de água da população residente no Cariri faz com que o investimento feito em cisternas ainda seja pequeno em relação ao benefício proporcionado a população.

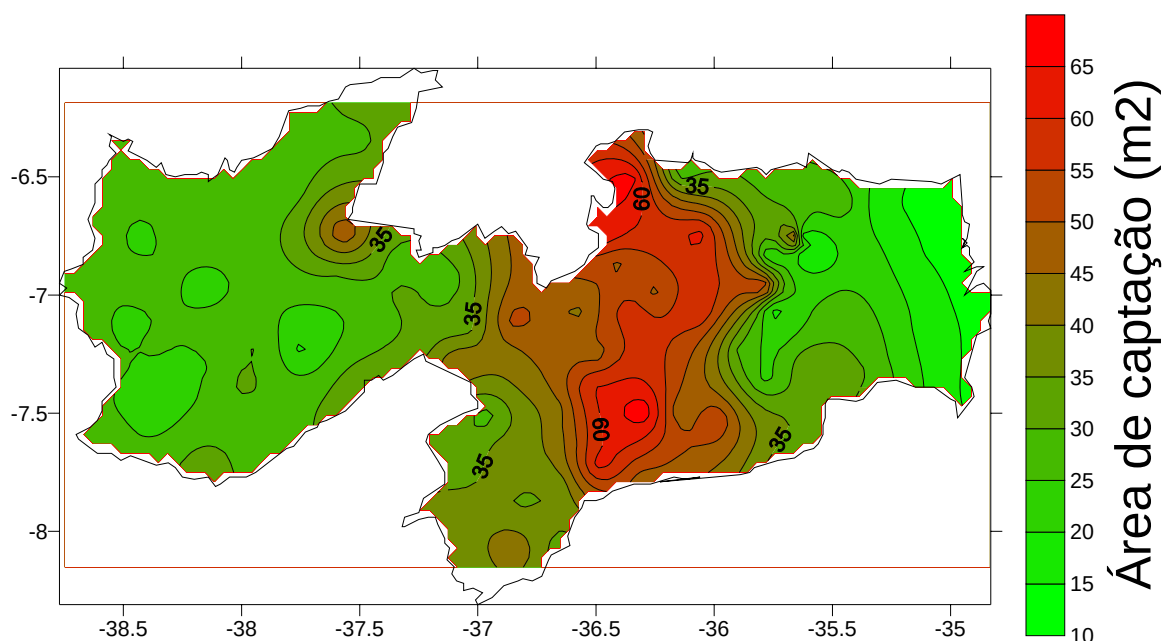


Figura 2 – Área de captação no âmbito do Estado da Paraíba

CONCLUSÃO

Na região do Cariri Paraibano é necessária uma área de captação de 65 m² de telhado das residências para que uma cisterna com capacidade de 16 m³ alcance sua capacidade máxima.

A maioria das casas da zona rural do sertão paraibano possui área de captação suficiente para acumulação de 16 m³ de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GARRIDO, R. J. O COMBATE À SECA E A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL. Secretaria de Recursos Hídricos. rjgarrido@mma.gov.br. Agência Nacional de Energia Elétrica. CD-ROM. O Estado das águas no Brasil, 1999.

SILVA, A. S. PORTO, E. R.; LIMA, L. T.; GOMES, P. C. F. Cisternas Rurais. Dimensionamento, construção e manejo. Captação e conservação de água de chuva para consumo humano. SUDENE – PROJETO SERTANEJO, EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, número 12, ISSN- 0100-6169, setembro, 1984.