

A LIÇÃO DA CISTERNA

EDGARD MALAGODI

Organização



SÉTIMO CAPÍTULO

TECNOLOGIAS PARA CAPTAÇÃO E USO DA ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS NO SEMIÁRIDO

*Pedro Carlos Gama da Silva
Luiza Teixeira de Lima Brito*

INTRODUÇÃO

A oferta insuficiente de água no Semiárido brasileiro não decorre apenas da falta de chuvas, mas da ausência de informações, meios, recursos e de políticas públicas adequadas de apoio à população rural para captar, armazenar e utilizar a água no período seco (SILVA et al., 2010). Porquanto, entre os principais desafios a serem enfrentados nesta região, destaca-se a gestão dos recursos hídricos, fortalecida pelo uso de inovações tecnológicas voltadas para captação, armazenamento e uso racional da água de chuva.

A Embrapa Semiárido tem contribuído para o avanço do conhecimento sobre o semiárido, desenvolvendo conhecimentos e tecnologias capazes de aumentar a oferta de água nas comunidades rurais, visando ao atendimento das necessidades básicas de consumo das famílias, dos pequenos animais e produção de alimentos. São soluções simples, descentralizadas, de baixo custo e fácil execução, que têm contribuído para a melhoria da qualidade de vida das famílias e redução dos riscos de produção agrícola.

O objetivo desse capítulo é apresentar o estado da arte das ações de Pesquisa e Desenvolvimento, desta Unidade da Embrapa, relacionado às tecnologias de captação, armazenamento e uso de água de chuvas. Apresentam-se, sucintamente, algumas dessas tecnologias (cisternas, barreiro para irrigação de salvação, captação de água de chuva *in situ*, barragens subterrâneas e, reuso de água de dessalinização) e como as mesmas estão sendo integradas aos programas de desenvolvimento governamentais e da sociedade civil.

Ressalta-se a importância do Programas Um Milhão de Cisternas (P1MC) e do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) conduzidos pelas Organizações Não Governamentais (ONGs), sob a coordenação da Articulação do Semiárido (ASA), ambos com financiamento do Ministério de Desenvolvimento Social (MDS), que apoiam a implementação de tecnologias de captação e armazenamento de água da chuva em propriedades de agricultores familiares do Semiárido, com foco na segurança alimentar.

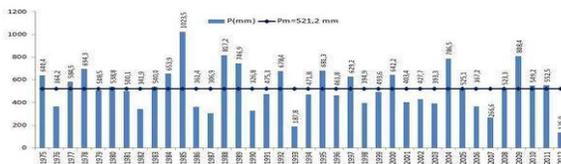
ÁGUA NO SEMIÁRIDO

No Semiárido brasileiro o regime de chuvas é caracterizado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações pluviométricas em curto período. As chuvas são concentradas em apenas três ou quatro meses e ocorrem em poucos dias do ano, sendo, em geral, intensas e intercaladas por períodos de veranicos.

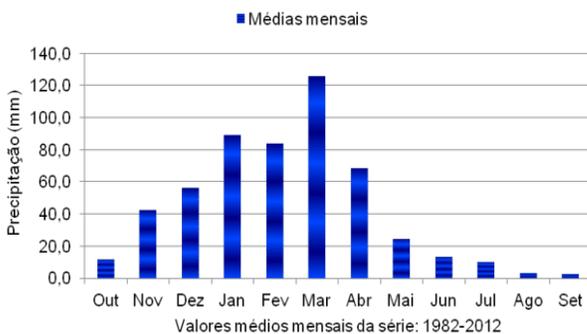
A distribuição das precipitações pluviométricas para o município de Petrolina, PE, no período de 1975 a 2012, apresentada nas Figuras 11a e 11b, ilustra a variabilidade anual das chuvas neste município, o que pode ser representativo para a maioria dos municípios do semiárido. Nesta série, registra-se uma precipitação média anual de 538,5 mm, merecendo destaque os anos 1993 e 2012, com 187,8 mm e 135,0 mm, respectivamente, os mais críticos com relação ao volume total de chuvas, nas últimas décadas¹⁰². Na Figura 11b, observa-se que a maior concentração das precipitações pluviométricas para este município ocorre entre os meses de janeiro a abril, sobressaindo-se o mês de março, como o de maior intensidade de chuva.

Figura 11 – Variabilidade anual das precipitações pluviométricas no período de 1975 a 2012 (a) e mensal no período de 1982 a 2012 (b) do município de Petrolina, PE.

(a)



(b)



Fonte: Elaborados pelos autores a partir de dados coletados nas estações meteorológicas da Embrapa, em Petrolina-PE.

¹⁰² No ano 2012 inicia-se a maior seca dos últimos cinquenta anos no Semiárido brasileiro. A estiagem estendeu-se até o final da década registrando volumes de chuvas bem abaixo do patamar da média histórica da região.

A conjunção da irregularidade das chuvas com a ocorrência de elevadas temperaturas ocasiona altas taxas de deficiências hídricas, que reduzem a umidade do solo e a quantidade de água armazenada. A demanda hídrica, geralmente, excede o seu suprimento e, na maioria dos anos, o volume de água acumulado nos reservatórios superficiais e subterrâneos é insuficiente para o atendimento das necessidades da população difusa do Semiárido brasileiro.

Mas, conforme ressalta Rebouças e Marinho (1972), o volume total da precipitação pluviométrica ocorrente na região não é baixo. Segundo esses autores, o Nordeste brasileiro registra um volume anual de precipitação em torno de 700 bilhões de metros cúbicos de água, dos quais 91,8% se transformam em evapotranspiração e, apenas, 5,1% formam o escoamento superficial que alimenta os rios e aquíferos.

Aparentemente pouco expressivo, no Semiárido brasileiro, estima-se que, aproximadamente, 40 bilhões de metros cúbicos de água escoam na superfície do solo e a maioria dessa água não é aproveitada. Se parte deste volume fosse armazenado em pequenas obras hídricas, estrategicamente distribuídas para todas as famílias, os riscos de perdas nos processos produtivos e as dificuldades de abastecimento de água para população dispersa do semiárido seriam reduzidos.

É nesse espaço onde a população rural é difusa e as fontes hídricas permanentes disponíveis encontram-se distantes ou pouco acessíveis à maioria das pessoas, que a Embrapa Semiárido considerou estratégico empreender esforços de pesquisa para ampliar a oferta de água e disponibilizar tecnologias, métodos e processos de captação, uso e manejo de água de chuva para as comunidades rurais com recursos hídricos limitados. Tais inovações têm sido disseminadas e incorporadas aos sistemas de produção em uso pelos agricultores, assim como, contribuído para convivência destes com as secas e para o desenvolvimento do semiárido.

TECNOLOGIAS DE CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E USO DE ÁGUA DE CHUVA

A Embrapa Semiárido vem desenvolvendo pesquisas sobre captação e uso da água de chuva e disponibilizando inovações tecnológicas para aumentar e assegurar a oferta de água para o consumo humano e animal, assim como para produção de alimentos (BRITO et al., 2010). Entre as inovações desenvolvidas e disponibilizadas, destacam-se: cisterna, irrigação de salvação, captação de água de chuva *in situ*, barragem subterrânea e, reuso de água de dessalinização, descritas a seguir.

CISTERNA

As cisternas apresentam-se como alternativa de abastecimento de água em áreas de populações dispersas no vasto espaço do semiárido brasileiro, seja para o consumo humano, animal ou para produção de alimentos (BRITO et al., 2010).

Os modelos de cisternas desenvolvidos pela Embrapa Semiárido têm como principal característica o aproveitamento do solo como área de captação da água de chuva, complementando a área do telhado das casas, que, em algumas vezes, esse tamanho é insuficiente para captar o volume de água necessário para atender a demanda da família e /ou não apresenta qualidade adequada para essa finalidade. A precipitação pluviométrica ocorrida nessas áreas escoam por gravidade para o tanque de armazenamento (Figura 12) (BRITO et al., 2007a).

Figura 12 – Cisterna construída pelo P1MC, no município de Petrolina, PE, em área de assentamento



Fonte: Nilton de Brito Cavalcanti, 2009.

Contribuindo com o avanço do conhecimento nessa temática, foram feitas pesquisas sobre a qualidade da água de chuva armazenada nas cisternas destinadas ao consumo das famílias. Entre estas, destaca-se a pesquisa que envolveu 3.517 cisternas localizadas em 100 municípios do Semiárido nordestino e a parte semiárida do Norte de Minas Gerais, além do Maranhão e do Espírito Santo, com diferentes situações agroecológicas, com objetivo de avaliar quanti e qualitativamente, se as famílias beneficiárias do P1MC estavam tendo acesso descentralizado à água potável, proveniente de cisternas, construídas conforme os coeficientes técnicos e custos de implantação,

especificados. Dentre as cisternas pesquisadas, aproximadamente, em 56% destas, a água de chuva armazenada nas cisternas atendeu aos pressupostos da legislação que rege os parâmetros de qualidade de água para consumo humano (BRASIL, 2005b). A não potabilidade da água nas demais cisternas é consequência de fatores motivados por uma gestão inadequada da tecnologia em âmbito familiar, principalmente, o armazenamento de águas oriundas de fontes não potáveis (BRITO et al., 2007b).

Para reduzir os riscos de contaminação da água de chuva desde o contato com a área de captação ao momento de consumi-la, é recomendando o uso de barreiras físicas no sistema, o qual é formado pela área de captação de água, calhas e conexões e tanque de armazenamento.

Estas barreiras físicas se constituem de cuidados e medidas que devem ser tomadas a partir do momento da escolha do local da cisterna, como: construir a cisterna a pelo menos 30 m de fossas, currais, entre outras áreas com risco de contaminação, etc.; não captar as primeiras águas das chuvas, que pode ser feito utilizando dispositivos simples e de fácil acesso das famílias; utilizar sempre bomba para retirada da água, uma vez que baldes com cordas ou outros vasilhames podem colocar em risco a qualidade da água armazenada; telar as aberturas de circulação de ar, para evitar entrada de insetos e pequenos animais; realizar limpezas e desinfecção da cisterna de forma periódica; fazer manutenção da cisterna e da área de captação, evitando rachaduras, que podem favorecer o desenvolvimento de algas; limpar e manter de forma adequada as calhas e conexões para reduzir desperdícios de água (SILVA et al., 1984; 1988; BRITO et al., 2005; 2007b).

Dessa forma, a cisterna pode garantir água às famílias em quantidade suficiente para beber e cozinhar e com qualidade adequada, mesmo nos anos mais secos, desde que não ocorram desperdícios. Para isto, o reservatório deve ser dimensionado considerando variáveis como volume de água necessário para atender a demanda das famílias, que depende, fundamentalmente, do número de pessoas por família, do consumo médio diário por pessoa e do período sem chuvas; e do tamanho da área de captação de água de chuva que é função da precipitação média da região. Estes são os maiores desafios a serem superados pelo P1MC. Para isso, estas famílias necessitam ser capacitadas e conscientizadas quanto à máxima eficiência de uso da água da cisterna.

Diante do sucesso do P1MC, que contempla a água de consumo das famílias, a cisterna passou a ser utilizada, também, como uma alternativa para viabilizar a produção de frutas e hortaliças, visando à melhoria da dieta alimentar das famílias rurais, onde, em geral, é constituída por alimentos ricos em carboidratos. Com esta possibilidade e mediante a necessidade de uma maior área para captar o volume de água necessário às culturas, e, considerando que na propriedade não há disponibilidade de telhado suficiente para servir como área de captação de água da cisterna de consumo da família e de produção, o solo passou a ser vastamente utilizado como alternativa para as cisternas de

produção (P1+2), denominadas por “cisterna calçadão” (Figura 13) (BRITO et al., 2011).

Figura 13 – Cisterna de produção de frutas e hortaliças com área de captação no solo.



Fonte: Nilton de Brito Cavalcanti, 2009.

A cisterna, também, tem sido utilizada como alternativa para atender a demanda de água de um rebanho pequeno, formado por ovinos ou caprinos (Figura 14), tendo em vista que, no geral, a água consumida pelos animais, em especial, no período de estiagem, apresenta-se com qualidade inadequada para consumo (BRITO et al., 2007c).

Figura 14 – Cisterna para consumo de pequenos animais (caprinos e ovinos), com área de captação no telhado.



Fonte: Nilton de Brito Cavalcanti, 2009.

IRRIGAÇÃO DE SALVAÇÃO

No Semiárido brasileiro é comum a ocorrência de 20 a 30 dias de estiagem, mesmo dentro do período chuvoso, conhecidos como veranicos. Nesta situação, considerando-se a possibilidade de ter ocorrido plantio logo após as primeiras chuvas, a ausência de umidade no solo pode afetar o desenvolvimento das culturas e comprometer sua produção.

Para reduzir o efeito desses veranicos e, considerando-se a existência de uma fonte hídrica na propriedade, recomenda-se a aplicação de água a essas culturas, o que vem sendo denominado como “irrigação de salvação”. Isto deve ocorrer quando as plantas apresentarem sintomas de falta de água ou quando a água disponível no solo se situar entre 30 e 40%. Como na prática nem sempre isto é possível, recomenda-se irrigar uma ou duas vezes por semana, após observar que as plantas se apresentam com as folhas enroladas no início do dia.

Neste sentido, existem diversos reservatórios de pequeno e médio portes, que podem armazenar a água para ser utilizada na irrigação de salvação e, assim, possibilitar a colheita das culturas implantadas, estabilizando a produção agrícola e garantindo a segurança alimentar das famílias, em anos de precipitações irregulares.

Como exemplo desses reservatórios, citam-se os barreiros, pequenos reservatórios superficiais para armazenar água de chuva proveniente do escoamento superficial, destinada principalmente ao consumo animal. Adaptado pela Embrapa Semiárido para o uso com irrigação de salvação, possibilita a estabilização na oferta de alimentos para o consumo familiar em anos de chuvas irregulares. As inovações introduzidas, também, permitem reduzir as perdas de água por evaporação e percolação profunda, estimadas em torno de 50%, em relação aos sistemas tradicionais (Figura 15) (SILVA et al., 2007).

Figura 15 – Barreiro para uso da água na irrigação de salvação (a) e milho sendo irrigado no período de veranico de 2008 (b).



Fonte: Nilton de Brito Cavalcanti, 2009.

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA “IN SITU”

São métodos de modificação da superfície do solo, que visam uma maior infiltração da água de chuva e retenção da mesma no perfil do solo e redução das perdas por escoamento superficial.

Os sistemas de captação de água de chuva “in situ” foram avaliados e comparados com o sistema tradicional de plantio utilizado pelo produtor. Nos anos de precipitações pluviométricas irregulares, os métodos apresentaram um incremento na produtividade do feijão de 50%, confirmando a importância dessa tecnologia para a agricultura dependente de chuva do Semiárido brasileiro (PORTO et al., 1989).

Na captação *in situ* os sulcos e camalhões formados pelos cortes efetuados no solo são em curvas de nível. Estudos realizados pela Embrapa, avaliando diferentes métodos de captação de água de chuva *in situ*, avaliando densidade de plantio com a precipitação ocorrida, obtiveram incrementos significativos na produtividade das culturas de caupi, milho e sorgo (SILVA et al., 1989; MONTEIRO et al., 1989). Entre os diferentes métodos avaliados, citam-se: aração em faixas, denominado método Guimarães Duque, sulco barrado, aração parcial e aração total. Recentemente, pesquisas foram feitas para avaliar as perdas de solo e água em função dos tipos de preparo do solo e da precipitação pluviométrica ocorrente (BRITO et al., 2012).

Nos cinco anos desta pesquisa, observou-se grande variabilidade nos valores das produções de grãos obtidos. Isto, provavelmente, está associado à variabilidade das precipitações pluviométricas, tanto em termos de quantidade quanto de regularidade. De modo geral, pode-se afirmar que o sulco barrado proporcionou menores perdas de água e de solo, além de maiores valores de produtividade das culturas.

BARRAGENS SUBTERRÂNEAS

As barragens subterrâneas se caracterizam por um septo impermeável que têm como função interceptar o fluxo de água superficial e subterrânea, dando origem à formação e/ou elevação do nível do lençol freático (BRITO et al., 1989). Este septo pode ser de lona plástica de polietileno, alvenaria, argila compactada, entre outros materiais. Os resultados de pesquisa indicaram um incremento na produtividade do feijão e milho, de 90 a 300% e de 460 a 1.140%, respectivamente.

A barragem subterrânea é uma técnica para armazenar água da chuva no perfil do solo, por meio de uma parede construída transversalmente ao fluxo das águas, com a função de barrar o fluxo de água horizontal (Figura 16). A água da chuva infiltra-se lentamente, e armazenada no solo, permite sua utilização posterior pelas plantas (BRITO et al., 1999; SILVA et al., 2007). Desta forma, o solo se mantém úmido por um maior tempo, permitindo, algumas

vezes, o cultivo de dois ciclos, especialmente em anos de chuvas regulares. Diferentemente das barragens convencionais, as perdas de água por evaporação são mínimas.

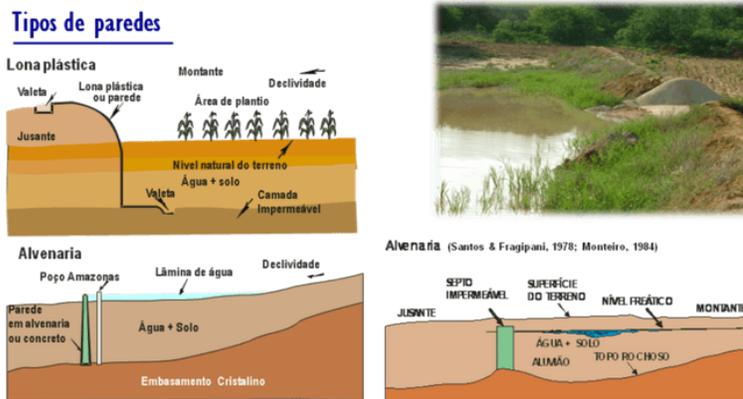
Figura 16 – Sistema de preparo do solo com diferentes métodos de captação de água de chuva in situ



Fonte: Nilton de Brito Cavalcanti, 2009.

Diferentes materiais podem ser utilizados na impermeabilização da parede da barragem, como argila, pedras rejuntadas com argamassa, concreto, lona plástica. Os estudos desenvolvidos pela Embrapa Semiárido desde a década de 1982 utilizaram a lona plástica como septo impermeável (BRITO et al., 1989).

Figura 17 – Tipos de paredes da barragem subterrânea construída com lona de polietileno ou alvenaria



Fonte: Carlos Alberto da Silva, 1984.

REUSO DE ÁGUA DE DESSALINIZAÇÃO

O processo de dessalinização disponibiliza água potável para o consumo das comunidades rurais, mas gera rejeitos com elevados teores de sais, que, se jogados diretamente no solo, causam problemas ambientais. A Embrapa Semiárido desenvolveu um sistema de produção integrado para aproveitamento desses efluentes. Após separada a água potável, o efluente é despejado em tanques para criação de tilápia rosa (*Oriochromis* sp.), que se desenvolve em águas salobras. Esta água, enriquecida com matéria orgânica e nutrientes, é utilizada para irrigar plantas resistentes à salinidade, como, por exemplo, a erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) transformadas em feno com elevado teor de proteínas para complementar a alimentação de ovinos e caprinos durante o período de estiagem, fechando-se, assim, o sistema (PORTO et al., 2004).

PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS

O grande desafio que se coloca para a Embrapa é como disponibilizar essas e outras tecnologias para a população rural difusa no Semiárido brasileiro. Desde os seus primórdios, na década 1970, a Embrapa Semiárido considerou estratégico empreender esforços visando integrar os conhecimentos e tecnologias geradas aos programas de desenvolvimento, posto em prática pelos diversos níveis de governos (federal, estadual e municipal) para aumentar a oferta de água nas comunidades rurais com recursos hídricos limitados.

As inovações disponibilizadas pela Embrapa inspiraram e foram disseminadas por meio de programas e projetos governamentais e da sociedade civil, entre os quais se destaca o Programa de Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC), liderado pela Articulação do Semiárido (ASA), desde 2003, com o apoio do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) e, posteriormente, do Ministério da Cidadania (MC) com o Programa Cisternas (BRASIL, 2012a). Até o início do ano 2020, o Programa promoveu a construção de 1,3 milhão de cisternas, que abastecem as residências de cerca de cinco milhões de pessoas no Semiárido brasileiro¹⁰³ (BRASIL, 2020). Em 2007, a ASA lançou o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) visando assegurar a água para consumo da família, dos animais e para a produção de alimentos. Numa parceria entre a Fundação Banco do Brasil e a Petrobrás, o P1+2 começou a ser implementado

103 O P1MC é uma referência mundial e recebeu prêmios internacionais como o Prêmio Sementes 2009, da ONU (Organização das Nações Unidas), concedido a projetos de países em desenvolvimento feitos em parceria entre organizações não governamentais, comunidades e governos e, sem dúvidas, contribuiu para que o Brasil deixasse, em 2014, o Mapa da Fome da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO).

em 2007, em 10 estados brasileiros, com apoio da Rede de Tecnologia Social e aporte de recursos do MDS para expansão do Programa (BRASIL, 2012 b). Contando com o apoio dos Ministérios mencionados e de outras entidades, até o início do ano 2020, o Programa Segunda Água ou Água para Produção, apoiou a construção de 207,1 mil estruturas para a captação e armazenamento de água da chuva em propriedades de agricultores familiares do Semiárido brasileiro (BRASIL, 2020).

Com os programas mencionados o Governo garante a água para beber (Primeira Água) em residências e escolas públicas da zona rural e, também, a água para produção (Segunda Água) que contribui para diversificação da produção e segurança alimentar das famílias.

O sistema de produção com reuso de água de dessalinização tornou-se referência para o Programa Água Doce, do Ministério do Meio Ambiente (MMA). O Programa foi formulado em 2003 de forma participativa com a contribuição de diversas entidades. Entre os principais parceiros destacam-se o BNDES, Petrobrás, Fundação Banco do Brasil, Embrapa, Universidade Federal de Campina Grande, DNOCS e a CPRM. O Programa pretendia atender, em dez anos, mais de 2,3 milhões de pessoas que vivem nas zonas rurais do semiárido brasileiro. Foram priorizadas as comunidades rurais e os municípios com menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) e com dificuldade de acesso aos recursos hídricos, onde serão recuperados e instalados dessalinizadores, além da instalação dos sistemas integrados de produção para o reaproveitamento dos rejeitos destes equipamentos.

A partir de 2011, o Programa Água Doce entrou em sua fase de escala, passando a fazer parte do Programa Água Para Todos, com recursos do Programa de Segurança Alimentar e Nutricional. A partir de então foram implementados os Planos Estaduais do Programa Água Doce e o Programa foi institucionalizado por meio de decreto dos governadores, que também instituíram os núcleos de gestão e as coordenações estaduais. Até o final do ano 2011, o Programa Água Doce implantou 150 sistemas de dessalinização, beneficiando 94.340 pessoas residentes em localidades dispersas do Semiárido brasileiro. A segunda fase do Programa foi iniciada em 2020 com a atualização dos planos estaduais para o período 2020-2029 (BRASIL, 2022).

As tecnologias de captação e armazenamento das águas de chuva, também, foram disseminadas com o apoio de políticas públicas protagonizadas pelos estados e municípios da região. Entre essas iniciativas destaca-se o Projeto de Captação da Água da Chuva *In Situ*, lançado em 2005 pelo governo do Estado do Ceará. Contando com o financiamento do Fundo Estadual de Combate a Pobreza – FECOP, o projeto beneficiou 1.006 famílias com 822,8 hectares utilizando a técnica de captação de água *in situ* para as culturas de milho, feijão e algodão herbáceo, em 51 municípios do Semiárido cearense (TÉCNICA, 2006). O Projeto rendeu à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (Ematerce) o prêmio do Concurso Nacional de Sistematização

de Experiências, promovido pelo Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural (Dater), do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em regiões de recursos hídricos limitados, as inovações tecnológicas para captação, armazenamento e uso de água de chuva conseguem ampliar a disponibilidade de água potável e proporcionar às melhorias na dieta e nutrição das famílias rurais. Ainda que representem empreendimento modestos com inversões em obras de baixo custo e introdução de melhorias tecnológicas simples, tais inovações esbarram, quase sempre, na baixa capacidade de poupança e investimento dos pequenos produtores, impedindo o acesso destes, com recursos próprios, às máquinas, equipamentos e materiais necessários.

Nesse sentido, fazem-se necessárias políticas públicas que apóiem apoio técnico e recursos para o fortalecimento da infraestrutura social e de produção da agricultura familiar, visando, principalmente, estabilizar a produção para o autoconsumo e dinamizar a economia local com a obtenção de excedentes para comercialização e outros pequenos serviços.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Acesso à água**. Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/segurancaalimentar/fomento-a-producao-e-a-estruturacao-productiva-1/acesso-a-agua>>. Acesso em: 17 de maio. de 2012a.

_____. **Segunda água ou água para produção**. Disponível em: <<http://www.mds.gov.br/segurancaalimentar/fomento-a-producao-e-a-estruturacao-productiva-1/acesso-a-agua/segunda-agua-ou-agua-para-producao>>. Acesso em: 17 de maio. de 2012b.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria Interministerial no 1, de 09 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 mar. 2005. Seção 1, p. 41.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Social. **Programa Água Doce**. Brasília: jul.2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-agua-doce/programa-agua-doce-1>>. Acesso em: 27 de jan. de 2022.

BRASIL. Ministério da Cidadania. Programa Cisternas. **Boletim Informativo**, n.31, mar. 2020.

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; ANJOS, J. B. dos; PEREIRA, L. A. **Perdas de água e solo em sistemas de captação de água de chuva in situ**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 35 p. il. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 95).

BRITO, L. T. de L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; CAVALCANTI, N. de B. Cisterna rural: água para o consumo animal. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007(a). cap. 5, p. 105-116^a

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; MACIEL, J. L.; MONTEIRO, M. A. R. **Barragem subterrânea I: construção e manejo**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1989. 38 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 36).

BRITO, L. T. de L.; SILVA, A. de S.; SILVA, M. S. L. da; PORTO, E. R.; PEREIRA, L. A. Tecnologias para o aumento da oferta de água no semiárido brasileiro. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro**: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 9, p. 317-351.

BRITO, L. T. de L.; CAVALCANTI, N. de B.; ARAÚJO, J. O. de. **Frutas produzidas com água de chuva armazenada em cisterna melhoram a dieta alimentar de famílias rurais**. In: SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 3, 2011, Juazeiro. Experiências para mitigação e adaptação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 1 CD-ROM. (Embrapa Semiárido. Documentos, 239).

BRITO, L. T. de L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; CAVALCANTI, N. de B. Cisterna rural: água para o consumo animal. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007c. cap. 5, p. 105-116.

BRITO, L. T. de L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; GNADLINGER, J.; XENOFONTE, G. H. S. Análise da qualidade das águas de cisternas em cinco municípios do Semiárido brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 3. SEMINÁRIO ESTADUAL DE AGROECOLOGIA, 3., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABA, 2005. 1 CD-ROM

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

BRITO, L. T. de L.; SILVA, D. A. da; CAVALCANTI, N. de B.; ANJOS, J. B. dos; REGO, M. M. do. Alternativa tecnológica para aumentar a disponibilidade de água no Semiárido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.3, n.1, p.111-115, 1999.

MONTEIRO, M. A. R.; SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L.; PORTO, E. R. Captação de água de chuva in situ III: densidade de milho. In: **EMBRAPA**. Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropicó Semiárido (Petrolina, PE). Captação de água de chuva "in situ": comparação de métodos e densidade de plantio. Petrolina, 1989. p.39-53. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa; 35).

PORTO, E. R.; ARAÚJO, O. de; ARAÚJO, G. G. L. de; AMORIM, M. C. C.; PAULINO, R. V.; MATOS, A. N. B. **Sistema de produção integrado usando efluentes da dessalinização**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 2004. 22 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 187).

PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L.; MONTEIRO, M. A. R. Captação de água de chuva in situ II: densidade de caupi. In: **EMBRAPA**. Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropicó Semiárido (Petrolina, PE). Captação de água de chuva "in situ": comparação de métodos e densidade de plantio. Petrolina, 1989. p.25-37. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa; 35).

REBOUÇAS, A. de C, MARINHO, M. E. **Hidrologia das Secas – Nordeste do Brasil**. Recife, PE. SUDENE/DRN, 1972. 126 p. (Brasil.SUDENE. Série Hidrologia, 40).

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R.; BRITO, L.T. de L.; MONTEIRO, M.A.R. Captação de água de chuva in situ I: comparação de métodos da região semiárida brasileira. In: **EMBRAPA**. Centro de Pesquisa Agropecuária do Tropic Semiárido (Petrolina, PE). Captação de água de chuva “in situ”: comparação de métodos e densidade de plantio. Petrolina, 1989. p.5-24. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa; 35).

SILVA, A. de S.; BRITO, L. T. de L.; ROCHA, H. M. **Captação e conservação de água de chuva no Semiárido brasileiro: cisternas rurais II - água para consumo humano**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA: SUDENE, 1988. 79 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 16)

SILVA, A. de S.; MOURA, M. S. B. de; BRITO, L. T. de L. Irrigação de salvação em culturas de subsistência. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007a. cap. 8, p. 159-179.

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R.; LIMA, L. T. de; GOMES, P. C. F. **Captação e conservação de água de chuva para consumo humano: cisternas rurais; dimensionamento; construção e manejo**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1984. 103 p. il. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 12).

SILVA, P. C. G. da; MOURA, M. S. B. de; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A.; SA, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. de C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 1, p. 18-48.

TÉCNICA acumula água no semi-árido. **Jornal Agrosoft**, 2006. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/14245.htm>>. Acesso em: 01 de out. de 2012.