

CADERNOS DO

# SEMIÁRIDO

RIQUEZAS &  
OPORTUNIDADES



## A ÁGUA DE CHUVA COMO POTENCIAL PARA AUMENTAR A DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Luiza Teixeira de Lima Brito

2ª Edição



11



# **A ÁGUA DE CHUVA COMO POTENCIAL PARA AUMENTAR A DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

*Luiza Teixeira de Lima Brito*

2ª Edição

## Cadernos do Semiárido

Copyright © Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - PE /  
Academia Brasileira de Ciência Agronômica

DIRETORIA DO CREA - PE

Eng. Civil Fernando Antonio Beltrão Lapenda - **1º Vice-Presidente/ Presidente em exercício**

Eng. Civil Roberto Lemos Muniz - **2º Vice-Presidente**

Eng. Eletricista André Carlos Bandeira Lopes - **1º Diretor-Administrativo**

Eng. Civil Edmundo Joaquim de Andrade - **2º Diretor-Administrativo**

Eng. Civil Liliane Barros Marques de Albuquerque Maranhão - **1º Diretor-Financeiro**

Eng. Civil Hermínio Filomeno da Silva Neto - **2º Diretor-Financeiro**

Joadson de Souza Santos - **Chefe de Gabinete**

**Coordenação das publicações - Mário de Oliveira Antonino**  
**Projetos Gráficos - Danillo Chagas**

Comissão Editorial

**Mário de Oliveira Antonino - Coordenador**

**Marcelo Carneiro Leão - Vice-Coordenador**

**Carlos Alberto Tavares**

**Conceição Martins**

**José Geraldo Eugênio de França**

**Leonardo Valadares de Sá Barretto Sampaio**

**Mário de Andrade Lira**

**Múcio de Barros Wanderley**

**Waldir Duarte Costa**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

C122 Cadernos do Semiárido: a água de chuva como potencial para aumentar a capacidade hídrica do semiárido brasileiro / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco. - v. 11, n. 11 (maio / jun. 2017). – Recife: CREA-PE, 2017.  
v.

Este volume: A água de chuva como potencial para aumentar a capacidade hídrica do semiárido brasileiro / [organização de] Daniela Ferraz Bacconi Campeche.  
Bimestral. (broch.)  
ISSN 2526-2556

1. Engenharia - Periódicos 2. Agronomia – Periódicos 3. Regiões áridas – Pernambuco 4. Águas pluviais para consumo humano 5. Águas pluviais para produção de alimentos 6. Cisterna de produção 7. Barragem subterrânea 8. Captação in situ 9. Agricultura de vazante 10. Irrigação de pequenas áreas 11. Piscicultura 12. Realimentação de aquíferos 13. Tecnologias sociais 14. Políticas públicas. I. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco II. Campeche, Daniela Daniela Ferraz Bacconi, org.

CDD 620.05

# CADERNOS DO SEMIÁRIDO, *esclarecimentos*

**M**anifestamos a nossa alegria com a retomada da publicação da série “CADERNOS DO SEMIÁRIDO – RIQUEZAS E OPORTUNIDADES” desta feita com o nº 11, que trata do tema: **ÁGUA DE CHUVA COMO POTENCIAL PARA AUMENTAR A DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.**

Na realidade, a água é um dos assuntos mais importantes para a vida. E desde os primórdios que isso é assim, qualquer que seja a atividade a água tem que estar presente. Por todas as partes do mundo há a conceituação de que “água é vida”.

E é devido a essa importância que a água assumiu em todo o nosso planeta, sobretudo por causa de uma distribuição bastante irregular — com excesso em algumas regiões e escassez em outras — que os estudos e as novas tecnologias têm se ocupado em aperfeiçoar os sistemas de coleta, o armazenamento e a distribuição, evitando o desperdício e propiciando um abastecimento equilibrado cotejando-se necessidades e disponibilidades, adotando estratégias para que a água não falte para uma vida de dignidade.

Este Caderno 11, ao focar a “água de chuva”, pretende chamar a atenção das pessoas para a situação do consumo de famílias da área rural onde os sistemas de abastecimento não existem com regularidade e onde os usuários os dimensionam levando em conta tanto a água disponível como a mão de obra da própria família. É muito compreensível que a “água de chuva” continue sendo a primeira e a mais tradicional fonte de abastecimento para distritos e povoados, para associações e/ou cooperativas de pequeno porte, espécies de pequenos aglomerados produtivos de fácil administração.

Temos muita confiança no êxito deste Caderno. Os seus autores: Aderaldo de Souza Filho, Daniela Ferraz, Diana Signor Deon, Francisco Pinheiro Araújo, José Barbosa dos Anjos, José Maria Pinto, Luciano Cordoval de Barros, Lúcio Alberto Pereira, Luiza Teixeira de Brito, Paulo Eduardo Ribeiro e Roseli Freire de Melo apresentaram os vários aspectos do tema com muita competência e sensibilidade, conferindo-lhes valor e autoridade. Todos, sem exceção, premiaram os leitores e àqueles que são profissionais da área com ricas informações estimulando-os para um continuar cada vez mais seguro.

Mário de Oliveira Antonino



Aos parceiros que nos têm auxiliado no prosseguir publicando esses Cadernos dirigimos os nossos mais sinceros agradecimentos. Eles têm se conduzido com elevado espírito de solidariedade servidora para um processo de educação compartilhada.

Particularmente, agradecemos aos que fazem a EMBRAPA SEMIÁRIDO nas pessoas do Engenheiro-chefe Agrônomo Pedro Carlos Gama da Silva e do Doutor Flávio, bem como aos pesquisadores e autores, já mencionados, dos diversos capítulos desse Caderno.

Também são destinatários deste nosso profundo reconhecimento os que fazem a Universidade Federal Rural de Pernambuco, nas pessoas da Professora e Magnífica Reitora Maria José Sena e do Professor e Magnífico Vice-Reitor Marcelo Carneiro Leão. Um agradecimento especial também para o editor da Gráfica Bruno de Souza Leão, que tem sido tão esforçado e solícito em nos atender. Este mesmo reconhecimento é dirigido ao diagramador Danilo que, no CREA/PE tem dado aos diferentes Cadernos uma feição gráfica de apreciável qualidade.

Por fim, informamos que estão prontos para vir a público de imediato os Cadernos 12 e 13. O primeiro versará sobre AQUICULTURA ATUAL NO SEMIÁRIDO, em nova parceria com a UFRPE. O Caderno 13, sob a coordenação do Engenheiro Agrônomo Urbano da Costa Lins, M.Sc em Engenharia de Irrigação e Drenagem, tratará das várias práticas da irrigação no perímetro do Distrito de Irrigação Nilo Coelho, nos municípios de Petrolina, PE e Juazeiro, BA. Somos imensamente gratos ao CREA/PE, à UFPE, ao IPA/PE, ao Rotary e às Academias Pernambucana e Brasileira de Ciências Agronômicas.

Com votos de boa leitura, fraternalmente,

Mário de Oliveira Antonino,  
Engenheiro Civil, Rotariano,  
Presidente da Academia Pernambucana de Engenharia

# PALAVRAS DO PRESIDENTE DO CREA-PE

Nada mais verdadeiro do que o aforismo - Água é vida.  
Porque sem água não há vida.

Daí porque na ausculta aos diversos ramos das engenharias componentes do CREA-PE, quando da criação do Comitê Tecnológico Permanente, as quatro áreas prioritárias para trabalho foram definidas : água, energia, mobilidade e educação.

A maior área geográfica do Estado de Pernambuco e do Nordeste brasileiro encontra-se na região semiárida.

Sendo este, no entanto, o semiárido mais úmido do mundo. Por isso mesmo o mais populoso. E o mais rico em micro climas de diversas naturezas e vivências. Com uma espantosa multiplicidade de espécies vegetais e animais em rápida destruição antes mesmo do seu conhecimento e valoração científico-utilizacional. Daí a questão do aproveitamento da pluviosidade, tanto nas áreas mais úmidas como nas mais secas, ser o fator mais crucial.

Na verdade, a grande questão das secas reside na falta de aproveitamento racional das águas, tanto para evitar o seu crônico desperdício, como para prevenir as destruições decorrentes de inundações - geralmente resultantes da briga do homem CONTRA a natureza, em vez do seu uso como parceira e até mesmo mestra.

Destruímos as zonas das matas sem atentar para o necessário equilíbrio edafo-climático e tecnológico-civilizacional.

Não atentamos para a riqueza transicional dos agrestes, brejos de altitude e baixios, bem como chãs, platôs e chapadas.

Sendo a água a grande artífice natural da produção dessas jóias nordestinas - ou fator da sua destruição, uma vez desafiada pelo “desenvolvimento” antrópico, ou pior, antropocêntrico.

Este número dos Cadernos do Semiárido, tão bem concebidos e realizados pelo decano da nossa engenharia - o Prof Mário Antonino, indica caminhos para superação do maior óbice no aproveitamento das águas na região nordestina do Brasil : a irregularidade das chuvas no tempo e no espaço.

Evandro Alencar





# PALAVRAS DO VICE-REITOR DA UFRPE

A série Cadernos do Semiárido tem se constituído em uma publicação de extrema relevância na disponibilização de informações sobre diversos temas relacionados ao semiárido. Estas informações elaboradas por diversos especialistas, promovem uma apropriação por vários atores que lidam cotidianamente com estas questões, levando a construção de conhecimento fundamental para melhorar as atividades produtivas e econômicas no semiárido, bem como ajudando na melhoria da qualidade de vida das pessoas.

O presente caderno apresenta uma temática fundamental ao semiárido, mas que transcende sua importância para todos os setores de nossas vidas. O Caderno “A ÁGUA DE CHUVA COMO POTENCIAL PARA AUMENTAR A DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO”, escrito por profissionais de grande competência e experiência, com certeza trará benefícios importantes para as mais variadas ações no semiárido, em especial a convivência produtiva que temos que ter com as atividades destas regiões e os mananciais e a disponibilidade de água nestas regiões.

Mergulhemos, como a licença poética, nesta fantástica leitura!!!

Marcelo Brito Carneiro Leão







# APRESENTAÇÃO

A Embrapa, historicamente, tem disponibilizando tecnologias e conhecimentos como estratégia para a inovação e desenvolvimento da agricultura do Semiárido brasileiro, a partir de uma melhor compreensão sobre os seus recursos naturais.

Com objetivos afins, as organizações sociais desta região estabeleceram canais de interlocução entre o governo e a sociedade para juntos enfrentarem o desafio de ampliar a oferta de água para atender às demandas de consumo humano, como também reduzir os riscos de segurança alimentar das famílias rurais diante da instabilidade climática regional, por meio do Programa Cisternas.

A implantação desse programa teve como premissa a temática do aproveitamento da água de chuva, preconizada há quase quatro décadas em ações de pesquisa da Embrapa Semiárido, cujos conhecimentos continuam avançando. Estas pesquisas objetivavam o desenvolvimento e/ou adaptação de tecnologias que permitissem o armazenamento da água de chuva como alternativa para suprir as necessidades do consumo humano e garantir a produção agrícola, limitada pela irregularidade das chuvas.

A seca é um fenômeno recorrente na região e em casos extremos perdura por vários anos, como o vivenciado pela população na década atual, que ocorre desde o ano de 2012. No entanto, desta vez, as suas consequências estão sendo menos graves, tendo em vista que as famílias rurais dispõem de, pelo menos, um reservatório - a cisterna - para armazenar água proveniente da chuva e de outras fontes hídricas. Segundo informações do Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) já foram construídas mais de 1,3 milhão de cisternas, beneficiando igual número de famílias e em torno de 140 mil tecnologias hídricas relacionadas à produção. Outro aspecto importante desse programa é que as tecnologias contempladas são simples, estão localizadas no entorno das residências das famílias ou comunidades e a fonte principal de abastecimento é a chuva.

Neste Cadernos do Semiárido são apresentados conhecimentos sobre: a água de chuva armazenada em cisterna para o consumo humano, aspectos de manejo e tratamento simples da água; a cisterna de produção como alternativa para o cultivo de frutas e hortaliças e a inserção destas na dieta das famílias; barragem subterrânea e captação de água in situ para assegurar a produção de alimentos em condições de irregularidade climática; manejo da agricultura em vazantes; técnicas de manejo para propiciar aumento da umidade do solo e como praticar a pequena irrigação. Além destas informações, trata também sobre o aproveitamento de pequenos reservatórios de captação de água de chuva com a piscicultura e as barraginhas como forma de realimentação de aquíferos. Por fim, as inter-relações desses conhecimentos como forma de subsidiar a implementação de políticas públicas.

Pedro Carlos Gama da Silva  
Chefe Geral da Embrapa Semiárido

# AUTORES:

## **Aderaldo de Sousa Silva**

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Edafologia  
Pesquisador da Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
*aderaldo.silva@embrapa.br*

## **Daniela Ferraz Bacconi Campeche**

Bióloga, Doutora em Ciências Biológicas  
Pesquisadora da Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
*daniela.campeche@embrapa.br*

## **Diana Signor Deon**

Engenheira-agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas  
Pesquisadora da Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
*diana.signor@embrapa.br*

## **Francisco Pinheiro Araújo**

Engenheiro-agrônomo, Doutor em Fitotecnia  
Analista da Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
*pinheiro.araujo@embrapa.br*

## **José Barbosa dos Anjos**

Engenheiro-agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola  
Pesquisador da Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
*jose-barbosa.anjos@embrapa.br*

## **José Maria Pinto**

Engenheiro Agrícola, Doutor em Irrigação e Drenagem  
Pesquisador da Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
*jose-maria.pinto@embrapa.br*

## **Luciano Cordoval de Barros**

Engenheiro-agrônomo, especialista em manejo de irrigação  
Analista da Embrapa Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
*luciano.cordovaal@embrapa.br*

## **Lúcio Alberto Pereira**

Ecólogo, Doutor em Ecologia de Sistemas  
Pesquisador da Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
*lucio.pereira@embrapa.br*

## **Luiza Teixeira de Lima Brito**

Engenheira Agrícola, Doutora em Recursos Hídricos  
Pesquisadora da Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
*luiza.brito@embrapa.br*

## **Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro**

Químico, Mestrado em Química  
Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
*paulo.eduardo@embrapa.br*

## **Roseli Freire de Melo**

Engenheira-agrônoma, Doutora em Solos e Nutrição de Plantas  
Pesquisadora da Embrapa Semiárido  
Petrolina, PE  
*roseli.freire@embrapa.br*

# SUMÁRIO

## APRESENTAÇÃO

## INTRODUÇÃO

### **1. Água de chuva para consumo humano / 17**

1.1. Cisterna: Aspectos técnicos e socioeconômicos

### **2. Água de chuva para produção de alimentos / 23**

2.1. Cisterna de produção

2.2. Barragem Subterrânea

2.3. Captação in situ: cultivos dependentes de chuva

2.4. Agricultura de vazante: opção de cultivo para o período seco

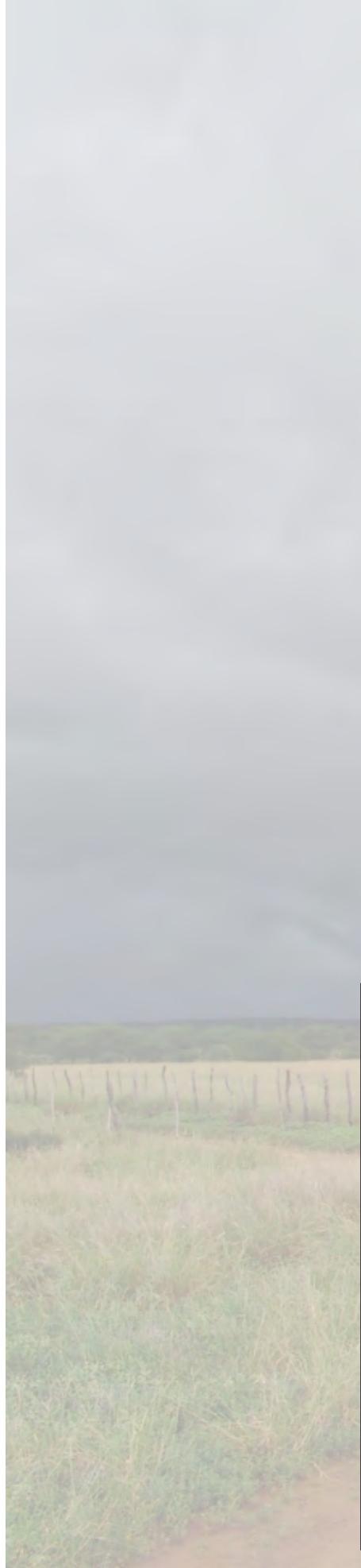
2.5. Manejo adequado favorece a umidade do solo

2.6. Irrigação de pequenas áreas

2.7. Piscicultura em pequenas obras hídricas

### **3. Barraginhas: realimentação de aquíferos / 47**

### **4. Tecnologias sociais e políticas públicas / 53**



# INTRODUÇÃO

## A chuva pode aumentar a disponibilidade hídrica no Semiárido brasileiro

Luiza Teixeira de Lima Brito

**O** Brasil é um país privilegiado em água doce. Conta com 12% das reservas do planeta e apresenta uma disponibilidade hídrica per capita variando de 1.835 m<sup>3</sup>/hab./ano, na bacia hidrográfica do Atlântico Leste, a 628.938 m<sup>3</sup>/hab./ano, na bacia Amazônica. A Organização das Nações Unidas (ONU) estabelece um mínimo de 1.700 m<sup>3</sup>/hab./ano. Porém, por causa de suas dimensões geográficas e diversidade climática, algumas regiões, a exemplo do Nordeste, sofrem graves problemas de escassez de água, tanto para consumo humano e animal, como para o desenvolvimento socioeconômico. Apesar desta situação, pouco pode se aproveitar do potencial hídrico de quase 100 mil poços tubulares perfurados, pois, em geral, a água é salobra ou salgada, não sendo apropriada para o consumo, tampouco para a maioria das atividades produtivas.

A Política Nacional de Recursos Hídricos declara “a água como um bem de domínio público”. Assim, todos têm direito ao acesso para o consumo. Embora tenha base legal, necessariamente isso não é uma realidade em alguns regiões do País, principalmente em períodos prolongados de seca, como os vivenciados no Nordeste brasileiro, com destaque para os últimos seis anos (2012 a 2017), cujos valores de precipitação são os mais baixos da série.

O Semiárido brasileiro, delimitado pela isoietas de 800 mm, é considerado um dos semiáridos mais chuvosos. No gráfico apresentado na página seguinte se observa a precipitação ocorrida

em uma estação meteorológica da Embrapa, em Petrolina, PE, - que no período de 1975 a 2016, apresenta uma média de 497,6 mm, com variação de 136,5 mm, em 2012, a 1.023,5 mm, em 1985. No entanto, as evidências apontam que a irregularidade das precipitações no tempo e no espaço e a baixa infraestrutura hídrica das famílias rurais, que não possibilita a captação e o armazenamento da água que precipita em suas áreas, se constituem nas grandes limitações.

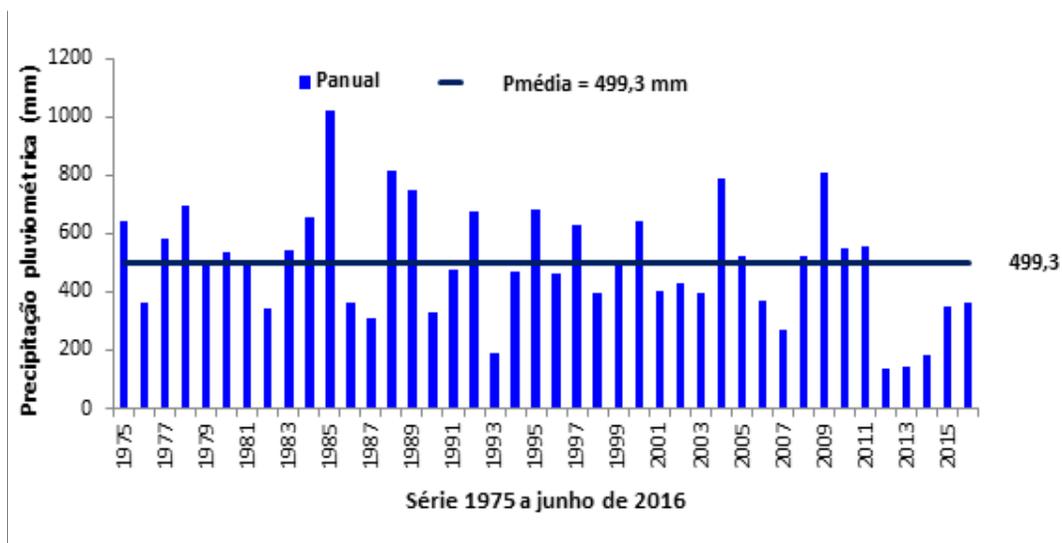
Diante desse cenário, a captação da água da chuva se torna uma potencial alternativa para as regiões mais secas. Observa-se que nas últimas décadas tem reduzido o êxodo rural no Nordeste brasileiro.

A captação e o manejo de água de chuva tem sido uma técnica desenvolvida e utilizada por diferentes povos em diversas partes do mundo,



Foto: Nilton de Brito

há milhares de anos, especialmente em regiões áridas e semiáridas. Um exemplo da captação e uso da água de chuva conhecido universalmente é a famosa “Cisterna de Basílica”, construída em Constantinopla, hoje Istambul, na Turquia, no século 6.



Precipitação anual de Petrolina, PE, no período de 1975 a 16 junho de 2016.

Sensibilizada com essa problemática, a Embrapa Semiárido, desde sua criação, procurou formar competências para desenvolver pesquisas com foco na redução dos impactos causados pelas irregularidades das chuvas. Assim, no final da década de 1970, protagonizou um relevante programa de pesquisa sobre “Captação e manejo de água de chuva” objetivando atender as necessidades básicas de água das famílias do Semiárido, contemplando o desenvolvimento e adaptação de tecnologias capazes de armazenar água para o consumo humano, animal e para produção de alimentos. Entre estas tecnologias destacam-se: cisternas para o consumo humano, animal e produção de alimentos; barragem subterrânea; captação de água de chuva in situ; exploração em vazantes e pequena irrigação.

As demais tecnologias contempladas nesta publicação, como exemplo as barraginhas, têm como principal objetivo a realimentação de aquíferos. O uso da água de pequenas obras hídricas alimentadas pela água de chuva se constitui de estudos realizados na Embrapa Semiárido como forma de aproveitamento da água para piscicultura ou para irrigação de pequenas áreas. Atualmente, essas tecnologias subsidiam políticas públicas, como o Programa Cisternas e, Água para Todos etc. Os dois primeiros programas são executados pela Articulação do Semiárido Brasileiro – ASA, por meio de convênios firmados com o Ministério de Desenvolvimento Social (MSD).

As informações reunidas neste Cadernos encontram-se com maior detalhamento na página da Embrapa (<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>) e podem ser acessadas e feitos downloads gratuitamente. Para isso, utiliza-se um sistema de busca por palavra-chave.



# 1 CISTERNA

## Água de chuva para consumo humano

Luiza Teixeira de Lima Brito  
Lúcio Alberto Pereira

O aproveitamento da água de chuva, como uma prática para o abastecimento doméstico e comunitário de água potável, compõe uma das diretrizes de segurança hídrica da Organização Mundial de Saúde (OMS). Neste sentido, em vários países a cisterna se tornou a tecnologia mais apropriada para o armazenamento da água de chuva para atender a demanda por água das famílias no meio rural, pelas vantagens comparativas com outras tecnologias, como baixo custo, facilidade de construção, localização próximo da residência, além de a água da chuva apresentar qualidade que, com tratamento simples (filtragem e cloração), se torna adequada para o consumo.

As primeiras pesquisas com a temática da água de chuva, realizadas pela Embrapa Semiárido, no início dos anos de 1980, objetivaram sua utilização como alternativa para suprir as necessidades do consumo humano. Nessa época, foram avaliados diferentes materiais para a construção da cisterna e das áreas de captação, em substituição total ou parcial ao cimento, por causa dos seus elevados custos, tornavam a cisterna convencional (alvenaria/concreto) inapropriada para a maioria das famílias do Semiárido brasileiro.

Esses estudos consideraram a realidade das moradias das famílias rurais à época, em que foi observado que a maioria dos telhados das residências não era suficiente para captar o volume necessário para atender à demanda de água para beber das famílias, durante o período sem chuvas. Nessa situação, a recomendação foi que a área de captação deveria ser substituída ou complementada com uma área no solo. Atualmente, esse modelo se denomina de cisterna calçadão no programa Cisternas.

Os estudos também apontaram para a necessidade de se considerar parâmetros técnicos para o dimensionamento do volume de água necessário ao atendimento da família, bem como da área de captação da água de chuva. Neste sentido, conhecer o número de pessoas por família, o consumo médio de água por pessoa por dia, a precipitação pluviométrica da região, com base em uma série de anos, e o período sem chuvas, são essenciais.

Esses estudos fomentam atuais políticas de governos, como o Programa de Cisternas, que inclui a cisterna como principal tecnologia para armazenamento da água de chuva para o consumo da família – conhecido como “primeira água”. Segundo dados do Ministério de Desenvolvimento Social (MDS), até novembro de 2017 mais de 1,3 milhões de famílias já foram atendidas com a cisterna da primeira água no Semiárido brasileiro, incluindo o Nordeste do Estado do



Foto: Marccone Lopes

Maranhão. A tabela abaixo estratifica a distribuição das cisternas construídas por estado, até agosto de 2015, perfazendo um volume de 19.157.760 de litros de água disponível no quintal das residências, o que supera a capacidade de vários reservatórios presentes na região.

Para atuar nessa realidade, o Ministério do Desenvolvimento Social contou com o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água - o Programa Cisternas. Este Programa integra o “Água para Todos” no âmbito da estratégia mais ampla de superação da extrema pobreza e da garantia da segurança alimentar.



Quantitativos de cisterna para captação de água de chuva destinada ao consumo humano, implantadas até agosto de 2015.

Estados	Consumo Humano		
	2003 a 2010	2011 a 08/2015	Total (L)
Alagoas	13.297	48.810	62.107
Bahia	72.764	261.183	333.947
Ceará	61.261	217.123	278.384
Maranhão	767	5.225	5.992
Norte de Minas Gerais	13.978	86.189	100.167
Paraíba	46.643	48.930	95.573
Pernambuco	44.850	115.284	160.143
Piauí	33.834	40.172	74.006
Rio G. do Norte	33.645	33.430	67.075
Sergipe	8.530	11.445	19.975
<b>Total</b>	<b>329.569</b>	<b>867.791</b>	<b>1.197.360</b>

Fonte: Informações emitidas pelo MDS, em 25 de novembro de 2015, via mensagem eletrônica.

Segundo o MDS, o acesso à água possibilitou às famílias melhorias da qualidade de vida e da saúde em muitos aspectos, sendo as maiores beneficiadas as mulheres e crianças, sobre quem recaía a tarefa de ter que caminhar longas distâncias e por várias horas do dia na busca da água. Antes da cisterna, cada família desprendia, em média, 6 horas por dia para ir buscar água – tempo que hoje pode ser dedicado a outras atividades e para a melhoria da convivência familiar.

Pesquisas continuam sendo realizadas para avançar nos conhecimentos sobre o manejo do sistema de captação de água de chuva (tanque, calhas e tubulações, área de captação), com foco na qualidade da água, uma vez que a mesma é destinada ao consumo das famílias. Nos últimos 10 anos, esses estudos tiveram forte contribuição de universidades, com destaque para: Universidade Federal de Campina Grande - PB, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - RN, Universidade Federal de Pernambuco e Universidade Federal Rural de



Pernambuco - PE, Universidade Federal de Minas Gerais - MG, Universidade Estadual de Feira de Santana - BA, além de diversas empresas privadas desenvolvendo equipamentos e dispositivos simples em prol da preservação/melhoria da qualidade da água de chuva para o consumo da família.

Esses estudos fortalecem e enriquecem as discussões e recomendações iniciais sobre o manejo do sistema de captação de água de chuva reportado em documentos da Embrapa Semiárido, que tratam sobre a forma de reduzir os riscos de contaminação desse recurso desde seu contato com a área de captação até o momento de consumi-la. Para isso, é recomendado o uso de barreiras físicas no sistema (área de captação, calhas, tubulações e tanque de armazenamento). Essas barreiras se constituem em cuidados e medidas que devem ser tomadas a partir do momento da escolha do local do sistema, como:

- Construção da cisterna a uma distância mínima de 30 m de fossas, currais, etc;
- Desvio das primeiras águas das chuvas, pois contém impurezas da atmosfera e dos telhados das casas. Neste sentido, estão sendo recomendados diferentes modelos de dispositivos que facilitam o desvio dos primeiros milímetros de chuva, evitando-se que diferentes materiais orgânicos e inorgânicos cheguem à cisterna e contaminem a água. A água desviada pode ser armazenada em um recipiente e utilizada para usos não potáveis;
- O uso de filtros na entrada da água na cisterna ou filtro doméstico;
- Efetuar tratamento da água antes de consumi-la. Para isso, as famílias devem seguir as orientações da Secretaria Municipal de Saúde, órgão responsável por essa atribuição;
- Evitar contato com a água armazenada na cisterna. Assim, a mesma deve ser dotada de uma bomba manual para a retirada da água;
- Vigilância da comunidade quanto à origem da água transportada por carro-pipa;
- Manter a porta de acesso da cisterna sempre fechada para evitar acidentes com crianças e animais de pequeno porte, além da entrada de sujeiras de diversas origens;
- Telamento das áreas de entrada ou saída de água (aeradores e sangradouro);
- Realizar limpezas e desinfecção periódicas na cisterna, calhas, tubulações (pelo menos uma vez por ano);
- Verificação de rachaduras, problemas com a tampa etc. e, tomar as devidas providências.

Além das barreiras físicas citadas, existem várias formas de tratamento para a melhoria da qualidade de água. O método mais comum no Semiárido brasileiro é o uso de cloro e, de acordo com a Portaria N.º 2.914, do Ministério da Saúde, a água não canalizada, fornecida por meio de sistemas alternativos de abastecimento deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,2 mg L<sup>-1</sup>, após um tempo de contato mínimo de 30 minutos. Para a OMS, uma concentração de 0,5 mg L<sup>-1</sup> de cloro livre residual na água, depois de um tempo de contato de 30 minutos, garante uma desinfecção satisfatória. Em pequenos recipientes, à semelhança de filtros de cerâmica de uso doméstico, com capacidade média de 10L, recomenda-se colocar dez gotas de cloro, na forma de hipoclorito de sódio, a uma concentração de 10% de cloro depois de 30 minutos a água está apta para ser consumida.

Outro método que vem se tornando muito usado em regiões de baixa disponibilidade hídrica é a desinfecção solar (SODIS - Desinfecção Solar da Água, em inglês), por sua simplicidade, baixo custo, desinfeta pequenos volumes de água e é ecologicamente sustentável.

O Sodis foi apresentado pela primeira vez em um folheto publicado pela Unicef, em 1984, contendo a metodologia completa de uso da energia solar no processo de desinfecção da água. O SODIS usa a energia solar para a destruição de microrganismos patogênicos - organismos causadores da contaminação da água, com isso, melhora a qualidade da água de beber. Os microrganismos patogênicos são vulneráveis a dois efeitos da luz solar: radiação no espectro da luz UV-A (comprimento de onda 320-400 nm) e calor (aumento de temperatura da água). No processo de desinfecção, há uma combinação destes dois efeitos, tornando o efeito em conjunto muito maior que a soma dos efeitos em separado.

Na Embrapa Semiárido foram realizados estudos usando o SODIS objetivando identificar, para as condições climáticas locais, o tempo mínimo de exposição da água à luz solar e a intensidade da radiação necessária ao processo de desinfecção da água de chuva armazenada em cisterna. Foram analisados dois tempos de exposição (2 e 4 horas) e uma contraprova (tempo zero), sendo a água armazenada em garrafas pet verde e transparente. O resultado obtido indicou uma queda significativa em praticamente todos os grupos das bactérias, exceto as bactérias gram positivas, em ambas as garrafas, e coliformes totais nas garrafas verdes, sendo o tempo de 2 horas suficiente para matar um número maior de bactérias, a uma radiação média de 1.176 mW/cm<sup>2</sup>.

Apesar de ser um método simples de desinfecção, há a necessidade de capacitar as famílias para realizar o tratamento da água de forma adequada, que pode ser feito juntamente com a Secretaria de Saúde Municipal, por meio dos agentes de saúde atuantes nas comunidades.

A água de chuva como uma fonte de água potável é bastante segura se a captação e o armazenamento forem realizados adequadamente, considerando-se, sempre as práticas apresentadas para assegurar que esse recurso não seja contaminado durante a sua passagem na superfície da área de captação e a caminho do reservatório.

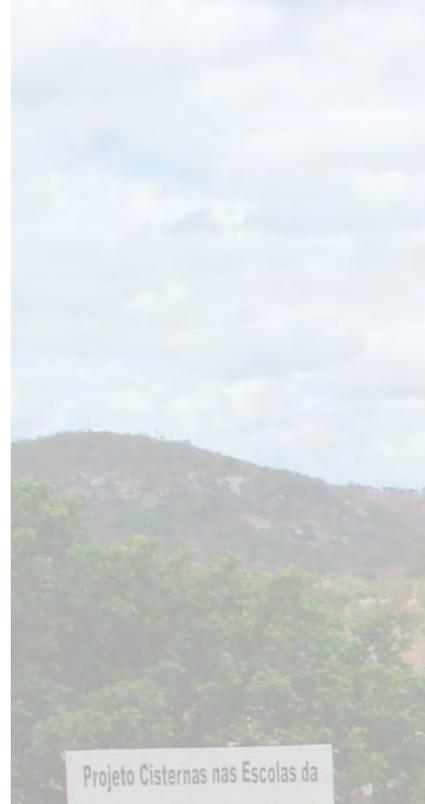


Foto: Lúcio Alberto

## Cisterna nas escolas rurais

O sucesso da cisterna como alternativa para armazenar água de chuva para o consumo das famílias garantiu que esta tecnologia fosse testada como experiência-piloto em escolas rurais, considerando-se ser esse um ambiente que reúne educadores, estudantes e familiares, um espaço destinado à aprendizagem e execução de programas que visam à educação e à saúde.

Segundo a OMS, é na escola que se consegue a melhor forma de promover a saúde, de maneira que beneficia e desempenha papel na formação dos hábitos alimentares. Tendo essa instituição esse papel, foi criado o projeto “Cisternas nas Escolas” com o objetivo de implantar em 13 municípios do Semiárido baiano uma experiência-piloto, a partir de uma conjunção de esforços do MDS, Ministério da Educação e governo do Estado da Bahia.

Foram selecionadas 43 escolas e, em cada uma delas, foram construídas duas cisternas, com capacidades de armazenar 52 mil litros de água, cada; sendo uma destinada a garantir o consumo dos discentes e docentes. A outra cisterna com o objetivo de promover melhorias na qualidade dos alimentos ofertados aos alunos, por meio da produção de frutas e hortaliças, pois estudos revelaram que as quantidades de calorias e proteínas estabelecidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar - (PNAE), isto é, no mínimo, 20% das necessidades diárias totais de uma criança não estavam sendo atendidas. Os alimentos servidos aos estudantes, em geral, se caracterizavam por baixos teores de vitaminas, minerais, fibras, proteínas e energia.

A experiência das cisternas de produção nas escolas possibilitou a inserção de frutas e hortaliças na merenda, a partir das produções obtidas nas áreas cultivadas.



Foto: Luiza Brito





# 2 CISTERNA

## Água de chuva para produção de alimentos

*Luiza Teixeira de Lima Brito*

**P**esquisa desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2011, aponta que a dieta de 90% dos brasileiros está fora do padrão recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) no que diz respeito ao consumo de frutas, verduras e legumes.

Na perspectiva de promover melhorias na dieta alimentar das famílias rurais do Semiárido, o Ministério do Desenvolvimento Social - MDS estendeu os conhecimentos e a experiência da cisterna de consumo para cisterna de produção, conhecido também como a “segunda água” destinada à produção de alimentos, seja de origem vegetal e/ou animal.

A cisterna destinada ao armazenamento de água de chuva para o consumo humano passou a ser utilizada também como alternativa para produzir alimentos em pequenas áreas – denominada como cisterna de produção ou cisterna calçadão ou de enxurrada, quintais produtivos. Além da cisterna, outras tecnologias de captação de água de chuva estão inseridas no programa, como: barreiro trincheira, barragem subterrânea e barraginhas para retroalimentação de aquíferos.

Segundo dados do MDS, até outubro de 2015, foram implantadas 137.396 tecnologias de captação de água de chuva referentes à segunda água, cujo objetivo principal é a produção de alimentos. Estas tecnologias apresentam uma capacidade total de armazenamento de 18.121.936.000 litros de água que estão disponíveis para uso pelas famílias, seja para produção vegetal ou consumo dos animais. Atualmente, esse já alcançou mais de 3 mil tecnologias.

Em um período de 10 anos, observa-se que o programa disponibilizou para as famílias do Semiárido brasileiro um volume de água que supera 18 bilhões de litros, considerado bastante expressivo. Além disso, a água está descentralizada, ou seja, localizada em diferentes áreas familiares ou comunitárias.

Tecnologias de armazenamento de água de chuva para produção de alimentos, implantadas pelo MDS até outubro de 2015.

Tecnologia	Tota	Volume (L)	Volume Total (L)
Cisterna Calçada	69.345	52.000	3.605.940.000
Cisterna Enxurrada	43.334	52.000	2.253.368.000
Barreiro Trincheira Familiar	24.503	500.000	12.251.500.000
Cisterna Telhadão	214	52.000	11.128.000
<b>Total</b>	<b>137.396</b>		<b>18.121.936.000</b>

Fonte: Informações emitidas pelo MDS, em 25 de novembro de 2015, via mensagem eletrônica.

## 2.1. CISTERNA DE PRODUÇÃO

*Luiza Teixeira de Lima Brito*

A cisterna do tem capacidade para armazenar 52 mil litros de água, permite a produção de frutas e hortaliças para serem inseridas na dieta alimentar das famílias rurais. Também, é possível destinar esse recurso ao consumo de um pequeno rebanho de aves, caprinos ou ovinos.

A produção de frutas e hortaliças tem por objetivo diversificar e melhorar a qualidade da dieta alimentar das famílias rurais, introduzindo mais vitaminas e fibras, principalmente para as crianças e idosos. São produtos naturais, nutritivos e seguros, isso é, são isentos de agroquímicos. Eles possuem na sua composição química uma variedade de nutrientes essenciais para o bom funcionamento do organismo humano, atuando, também, na redução da ocorrência de doenças como hipertensão, diabetes, cânceres, anemia.

A água como fator limitante da produção deverá ser manejada de forma eficiente, considerando-se a capacidade de armazenamento da cisterna de produção (52.000 L) que não atende as demandas totais das culturas a serem exploradas. A família deve decidir por cultivar uma pequena área para que a água seja aplicada durante todo o ano, tanto nas fruteiras quanto nos canteiros de hortaliças. Daí, a recomendação é a de que deve-se planejar um pomar com um número aproximado de 20 fruteiras e uma área pequena para os canteiros de hortaliças com 8 m<sup>2</sup>. Como a água aplicada às fruteiras e às hortaliças não atende às suas demandas evapotranspirométricas, conseqüentemente, não pode ser denominada de "irrigação plena", mas sim "irrigação com deficit", como também não será possível a obtenção do máximo potencial de produção das culturas. O enfoque do uso da água da cisterna na produção vegetal é permitir a inserção de frutas e hortaliças na dieta da família.



Foto: Fernanda Birolo

O volume de água disponível na cisterna a cada ano é influenciado pela ocorrência das precipitações pluviométricas anuais; do período e da frequência de aplicação de água, do número de fruteiras e da área dos canteiros de hortaliças. A partir dessas premissas, para facilitar o entendimento sobre o manejo da água da cisterna para o Município de Petrolina, PE, o ano foi subdividido em três períodos: chuvoso (14 semanas), intermediário (18 semanas) e sem chuvas (20 semanas) ou de menor probabilidade de ocorrência de chuvas, embora, ocorram as “chuvas de trovoadas”.

Considerando-se as premissas citadas, apresenta-se na tabela abaixo alternativas de volumes de água que devem ser aplicados nos três períodos, o número de fruteiras, a frequência de aplicação e o tamanho da área dos canteiros de hortaliças, em que estudos indicam a aplicação de uma lâmina de água de 8,0 mm, com frequência diária, exceto aos domingos.

Volume de água aplicado em um pomar com 20 fruteiras e canteiros de hortaliças com 8 m<sup>2</sup>.

No. fruteiras do pomar	Período de aplicação de água (semana)	Frequência aplicação (semana)	Volume aplicado/dia/planta (L)	Volume Total (L)
20	Chuvoso	14	3	5.040
	Intermediário	18	3	8.640
	Sem chuvas	20	3	16.800
<b>Volume total de água aplicada no pomar/ano (L)</b>				<b>30.480</b>
Canteiro de hortaliças	Período (dias)	Área (m <sup>2</sup> )	Lâmina aplicada/dia (mm)	
	300	8	8	19.200
<b>Volume total de água aplicada nos canteiros (L)</b>				<b>19.200</b>
<b>Volume total de água utilizada no pomar e nos canteiros (L)</b>				<b>49.680</b>

Resultados de produção obtidos em área experimental apontam que foram obtidos até 929,3 Kg de frutas por ano, com as espécies limoeiro, pinheira, aceroleira, mangueira rosa e espada, em anos de precipitações pluviométricas em torno da média histórica (500 mm). Apenas com a aceroleira apresentou a produção de 357,8 kg, de modo que cada família poderia consumir até 1,0 kg de acerola por dia, além das outras espécies cultivadas. Tendo-se como exemplo uma família com cinco pessoas e que a recomendação diária de vitamina C, que está em torno de 45 miligramas/pessoa, observa-se que a quantidade de acerola produzida supera as necessidades nutricionais de vitamina C dessa família.

Considerando-se a necessidade de aumentar o número de fruteiras do pomar ou a área dos canteiros, o volume de água recomendado na tabela deverá ser reduzido, de forma que a água disponível na cisterna seja suficiente para ser aplicada durante todo o ano. Também, poderá haver a possibilidade de a família optar por explorar apenas as hortaliças e plantas

medicinais ou as fruteiras ou ainda disponibilizar a água da cisterna para o consumo de um rebanho de pequenos animais. Nestas três alternativas isoladas, haverá a necessidade de um novo planejamento do uso da água de forma que o volume disponível atenda ao planejamento feito.

Como medida para aumentar a eficiência de uso da água da cisterna, na ocorrência de precipitações esporádicas superiores a 8,0 mm ou valores inferiores em dias sequenciados, a aplicação de água às fruteiras e/ou aos canteiros deve ser suspensa. A aplicação deve ser retomada quando for observado que o solo próximo ao caule da planta apresentar com pouca umidade. Outra medida é fazer microbacias ao redor das fruteiras e colocar cobertura morta para reduzir o escoamento da água de chuva e as perdas por evaporação, respectivamente. Nos canteiros de hortaliças, além da cobertura morta, recomenda-se colocar um telado para reduzir a incidência do vento e da luz solar e, conseqüentemente, da evapotranspiração.

No período das chuvas, nas entrelinhas das fruteiras podem ser plantadas culturas anuais e hortaliças para aproveitar a água da chuva. Nas áreas dos pomares e canteiros de hortaliças as práticas agrícolas aplicadas tiveram como princípio estabelecer o equilíbrio ecológico no sistema e propiciar condições favoráveis ao desenvolvimento das fruteiras, considerando-se os recursos disponíveis localmente e a limitação do volume da água da cisterna.

Como já discutido, observa-se que a cisterna evoluiu como tecnologia de armazenamento de água de chuva voltada ao consumo humano para a produção de alimentos, seja esta produção de origem vegetal (frutas e hortaliças) ou animal (carne e leite). No contexto do uso da água da cisterna objetivando o consumo animal, deve-se considerar que, por causa da limitação de sua capacidade de armazenamento (52.000 L), a mesma não atende ao tamanho do rebanho (caprinos/ovinos) comumente encontrado nas comunidades rurais. Partindo-se do volume disponível e, considerando-se um consumo médio diário de 4,0 L/animal, por um período de 250 dias, a cisterna dará para a um rebanho de 50 cabeças, ou seja, tem-se uma média de 1.000 litros de água por semana para atender ao rebanho. Com este consumo de água regularizado, será possível promover melhores desempenho dos animais que, em geral, não dispõem desse volume de água diário para amenizar sua sede.

O maior desafio do sistema é o elevado número de animais por família. Para superar esse desafio, recomenda-se que a família construa cisternas distribuídas nas áreas de maior permanência dos animais durante todo o ano.

Na área experimental da Embrapa Semiárido, com apenas 60 mm de precipitação ocorrida em 3 dias, foi suficiente para encher uma cisterna com capacidade de 16 mil litros de água.

Embora a tecnologia apresente bom resultado, é importante que sejam consideradas as limitações que impedem a apropriação dessa e de outras tecnologias por produtores em massa. Para uma efetiva inovação tecnológica é necessário uma ação integrada de associações de produtores, ONGs e entidades de assistência técnica e extensão rural, apoiada por políticas públicas.





Fotos: Nilton de Brito

## 2. 2. BARRAGEM SUBTERRÂNEA:

### Alternativa de captação e armazenamento de água de chuva

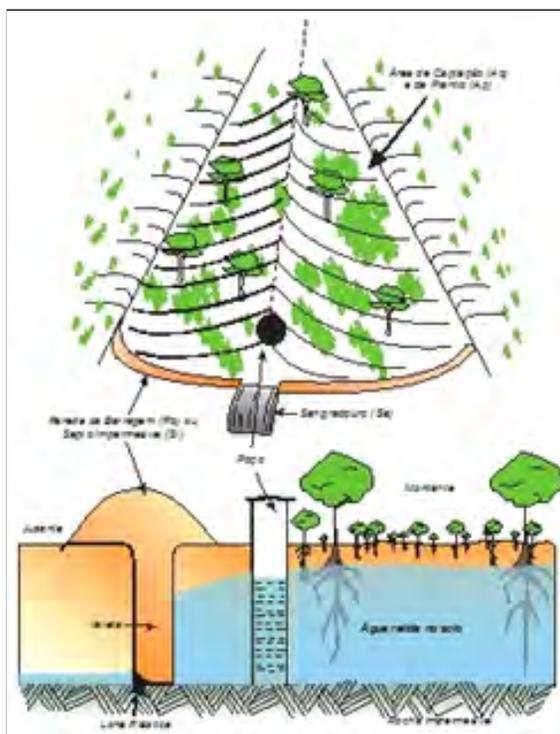
*Roseli Freire de Melo  
José Barbosa dos Anjos*

Nas condições da agricultura dependente de chuva, a disponibilidade de água no solo para as culturas varia de acordo com a quantidade e frequência das precipitações, da capacidade do solo em absorver água e da profundidade do sistema radicular. Essa disponibilidade pode ser melhorada com o uso de tecnologias de captação de água de chuva, como também aquelas associadas ao manejo adequado do solo e água, uso de práticas conservacionistas como, incorporação de restos vegetais, cobertura do solo, adubação orgânica, adubação verde, entre outras.

Estudos realizados pela Embrapa Semiárido, em parceria com outras instituições, têm ressaltado a importância das tecnologias de captação e armazenamento de água de chuva para melhoria da agricultura familiar no Semiárido. Dentre estas tecnologias destaca-se a barragem subterrânea como alternativa viável para produção de alimentos, que pode contribuir para redução dos riscos de perda da lavoura. Esta instituição disponibiliza um acervo de conhecimentos e tecnologias que podem mudar essa realidade e reduzir os impactos da irregularidade climática e das limitações edáficas.

A barragem subterrânea é uma estrutura que tem por finalidade barrar o fluxo de água da

chuva que escoar na superfície e/ou dentro do solo, por meio de uma parede impermeável construída transversalmente em relação ao sentido das águas, cujo objetivo é acumular água dentro do solo. No seu barramento é utilizada uma lona plástica de polietileno de 200 micras, a qual forra a camada vertical do solo contribuindo para segurar a água da chuva que escoar por cima e por dentro do solo. Essa estrutura é considerada de baixo custo, um processo simples de construção e operação, podendo ser usada em grande escala, desde que as condições naturais sejam favoráveis e que tenham pessoal capacitado para tal finalidade.



Desenho esquemático do funcionamento (a) e corte transversal (b) de uma barragem subterrânea. Desenho: adaptado pelo IRPAA.



### Importância da barragem subterrânea

A barragem subterrânea é uma tecnologia que vem sendo implementada em vários estados do Nordeste, em área de agricultura familiar, com o objetivo de reduzir os riscos de perdas da lavoura e garantir da segurança alimentar.

Em alguns estados, a exemplo da Paraíba e de Pernambuco, onde o ciclo das chuvas é mais longo e em anos, cuja precipitação é regular no tempo e no espaço, agricultores chegam a colher até duas safras por anos (milho e feijão) e em algumas situações produz o ano todo, principalmente hortaliças. Essa situação dificilmente ocorre em áreas de sequeiro na ausência de



Cultivo de hortaliças e fruteiras em barragem subterrânea durante o período de verão utilizando água de poço. Foto: Roseli Freire de Melo.

Foto: Roseli Freire de Melo.

tecnologia de armazenamento de água de chuva, cuja umidade do solo é perdida em pequenos períodos de estiagem. Diante dos cenários das mudanças climáticas, a população do Semiárido é a que mais sofrerá com a seca. Assim, devem-se intensificar os programas voltados para implantação de tecnologias de captação de água de chuva com o objetivo de reservar água e usar para produção de alimentos, o que pode reduzir os impactos da seca.



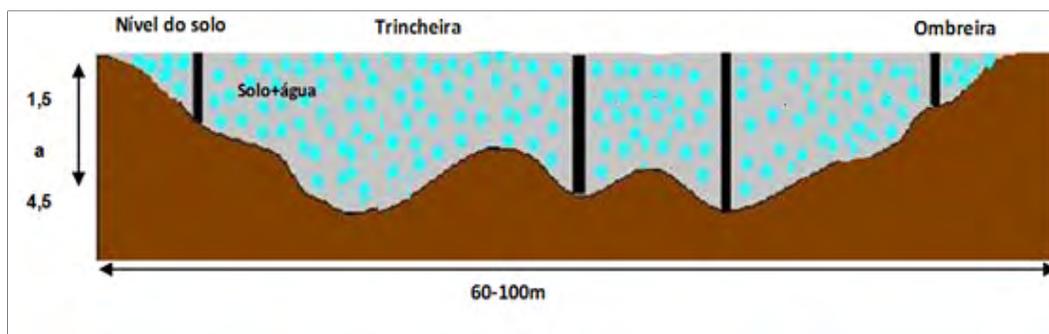
Barragem subterrânea com cultivo em camalhões com plantio de macaxeira. Foto: Roseli Freire de Melo.

#### **As principais vantagens da barragem subterrânea são:**

- Baixa perda de água por evaporação, comparativamente com os reservatórios de acumulação de água superficial, cujas perdas podem alcançar até 2500 mm por ano;
- Não alagamento das terras que passam a ter o cultivo beneficiado pela elevação do lençol freático;
- Aproveitamento do processo de subirrigação em grande parte do ano;
- Pequeno custo de construção e manutenção, quando comparado com outros sistemas de acumulação de água;
- Baixos riscos de rompimento, embora cuidados são necessários quando essa técnica é aplicada em leito de rios, por causa da ocorrência de enxurradas;
- Menor impacto ambiental, quando comparado com as barragens superficiais, considerando-se que o sistema rapidamente, se integra ao meio ambiente;
- Melhoria da fertilidade solo, decorrente do acúmulo de matéria orgânica;
- Redução dos riscos de perdas de safra, quando comparado com áreas de sequeiro.

### Principais limitações:

- Risco de salinização da área quando no ambiente já existe presença de sais natural, ou seja, evitar ambientes com histórico de água salobra ou salgada;
- Restrição no tipo de solo, pois nem todo solo é apropriado para se construir barragem subterrânea. Dar preferência aos solos de textura arenosa a média;
- Profundidade do solo de preferência de 1,5 m a 4,5 m de profundidade. Essa profundidade máxima é a que maioria das retroescavadeiras atinge além disso, com a escavação manual podem ocorrer acidentes por desmoronamento de solo;
- Largura do rio, riacho ou linha de drenagem de 60 m a 100 m de largura. Isso devido à largura da lona plástica de polietileno que é de 100 m. Em casos específicos poderia emendar, porém, requer muito cuidado para não deixar vazamento.



Corte transversal no leito de um curso d'água selecionado para construção de uma barragem subterrânea com detalhes de trincheiras, profundidades e ombreiras. (Desenho de Juliana Martins).

### Condições favoráveis para construção de barragem subterrânea

A barragem subterrânea deve ser construída, de preferência, no período de estiagem (verão), quando não existir água no lençol freático. Em solos com profundidade entre 1,5 m a 4,5 m, e em profundidade superior a 2,5 m, recomenda-se a construção de poço amazonas próximo ao sangradouro, ou na parte mais profunda da barragem. Os locais favoráveis para sua construção são em rios temporários, solos de aluvião e linha de drenagem ou córrego.

Após a definição do local, é necessário abrir algumas trincheiras (tipo buracos de postes) até a camada impermeável do solo, conhecida também como piçarra, salão, cabeça de carneiro e massapé ao longo da linha. Recomenda-se que, sejam abertos, pelo menos, quatro, sendo um em cada extremidade e duas na parte central, onde será construída a parede. Essa etapa serve para conhecer a profundidade do solo, e também localizar as ombreiras (solos mais rasos nas extremidades), pois esta é de grande importância para evitar que a água saia pelas laterais.



Para o sucesso da barragem subterrânea é necessário seguir algumas etapas, iniciando pela escolha do local adequado, fixação da lona, escavação até a camada impermeável, remoção de pontagudos como ponta de pedras e raízes. É importante fazer a manutenção da parede e do sangradouro, o manejo adequado do solo, dando preferência o uso de tração animal para o preparo do solo. Recomenda-se o uso de adubo orgânico para melhoria da fertilidade do solo.

O comprimento da parede da barragem subterrânea depende da largura da área. Preferencialmente deve variar de 60 m a 100 m, pois uma barragem muito estreita pode resultar em uma pequena área para o plantio, a não ser que a finalidade da barragem seja apenas para abastecer o poço. Esse processo permite a estimativa de custos e o planejamento para a implantação da barragem subterrânea, inclusive programação da construção, de acordo com o tipo de mão de obra disponível, se manual ou mecanizada. Na seleção do local, faz-se necessário realizar um levantamento topográfico da área e definir os locais de plantio (área de captação), parede e sangradouro.

### **Manejo e opção de cultivos**

Ressalta-se a importância de que os plantios sejam realizados de acordo com o gradiente de umidade, ou seja, quanto mais próximo do sangradouro mais úmido é o solo. O preparo do solo deve ser feito, de preferência, com tração animal para evitar sua compactação. A reposição dos nutrientes no solo deve ser realizada utilizando-se resíduos orgânicos (restos vegetais, biofertilizantes, húmus, compostos orgânicos e esterco), pois estes procedimentos favorecem no aumento da produtividade das culturas, por causa do suprimento de nutrientes e a melhoria das propriedades físicas do solo. Se possível, antes da adubação, fazer análise química do solo, para se ter conhecimento da quantidade de adubos a ser aplicada. No caso da utilização de esterco, recomenda-se usá-lo bem curtido, para não causar queima das plantas nem contaminação da água por nitrato.



A barragem subterrânea no Distrito de Pau Ferro, Município de Petrolina, PE realiza-se o plantio de feijão-caupi. Nessa barragem, no ano de 2010, a produtividade do feijão, quando adubado com esterco, foi de 1.430 kg/ha e na área fora da barragem foi de 658 kg/ha.

Na barragem subterrânea pode-se plantar fruteiras diversas (cajueiro, mangueira, pinheira, laranjeira, limoeiro, goiabeira, entre outras), grãos e outras culturas alimentícias (feijão, milho, sorgo, forrageiras, batata-doce, inhame, hortaliças, e condimentos), de acordo com o interesse do agricultor. É importante evitar o uso de agrotóxico no combate de pragas e doenças e dar preferência a produtos naturais, pois estes, quando utilizados corretamente, não causam impactos negativos nem ao ambiente nem ao homem.

Cultivo de feijão caupi em barragem subterrânea no Distrito de Pau Ferro, município de Petrolina, PE. Foto: Roseli Freire de Melo.

## 2. 3. CAPTAÇÃO IN SITU:

### Cultivos dependentes de chuva

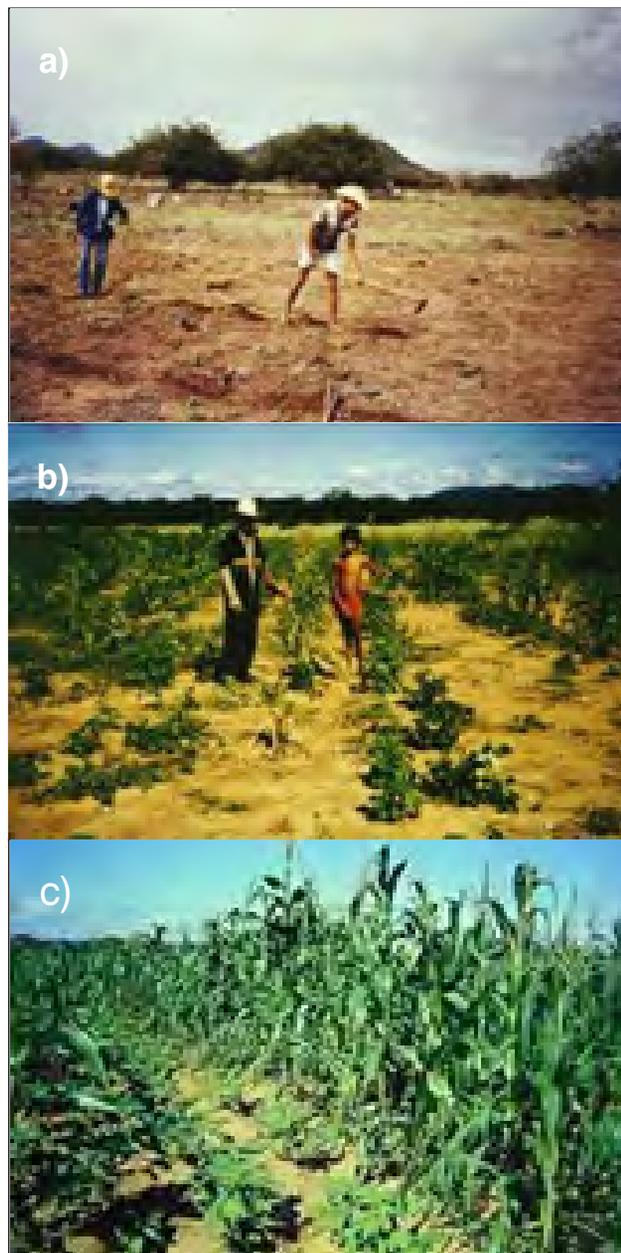
*José Barbosa dos Anjos*

No Semiárido brasileiro, a maioria dos agricultores pratica agricultura dependente de chuva, e vem sofrendo com perdas de sua produtividade por causa da ausência e insuficiência das chuvas e manejo inadequado do solo e água. As políticas públicas denominadas “programa terra pronta” praticadas por governos estaduais e municipais constituem-se em um agravante à conservação de solo, pois apesar de enfatizar que vai fazer a aração, o preparo do solo, na maioria das vezes, é efetuado com grades aradoras, que deixam os solos vulneráveis à erosão.

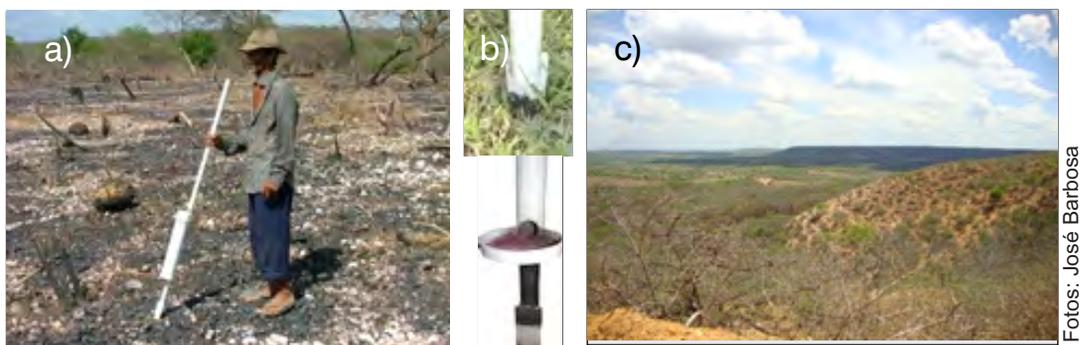
#### Implantação de culturas

O método tradicional de cultivo mínimo, utilizando a enxada manual com semeadura em covas dá origem a uma pequena depressão, capaz de armazenar certa quantidade de água de chuva na própria cova, mas insuficiente para um bom desenvolvimento das culturas. Em condições áridas, o solo deve ser mobilizado (revolvido) para que haja infiltração da água de chuvas, adotando técnicas de conservação de solo adequadas. Normalmente, os cultivos realizados em solos não mobilizados se desenvolvem menos que aqueles de solos arados por causa da pouca infiltração da água no solo.

Abertura de covas em solo não mobilizado (a); cultivo de milho e feijão realizado em solo não mobilizado (b) e cultivo de milho e feijão em solo arado com tração animal (c).



Estudos têm demonstrado que é possível a implantação de cultivos sem que seja feito o preparo de solo convencional com aração e/ou gradagem, utilizando-se a técnica denominada de semeadura direta, que pode ser efetuada com equipamentos motomecanizados, de tração animal ou manuais.



Fotos: José Barbosa

Semeadora manual utilizada na semeadura direta (a); cova sobre vegetação e mecanismo distribuidor de sementes (b) e área de Caatinga (encosta) degradada apta para recuperação por meio de semeadura direta (c).

O cultivo mínimo é caracterizado pela pouca mobilização do solo para a implantação de culturas (semeadura). Os agricultores utilizam equipamentos de tração animal, cultivadores e arados para o preparo da linha de plantio, e capina das ervas nas entrelinhas de cultivo são efetuadas posteriormente.



Fotos: José Barbosa

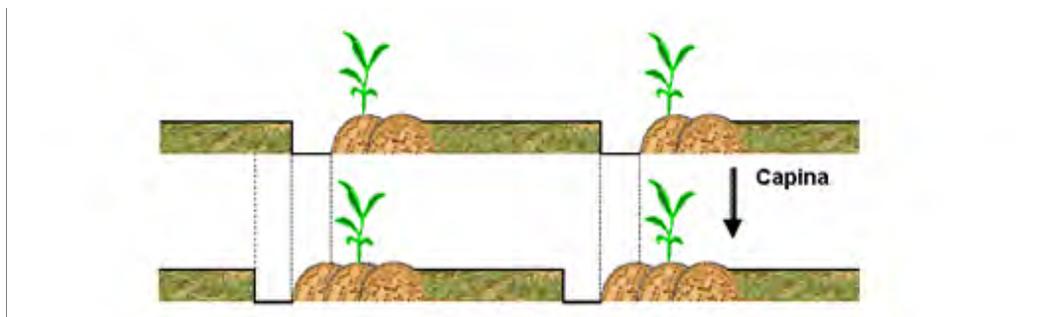
Preparo mínimo de solo para semeadura com sulcador (a); preparo de solo para semeadura com cultivador cinco enxadas (b) e capina efetuada nas entre linhas de cultivo (c).



Fotos: José Barbosa

Semeadora e adubadora manual em sistema de captação "in situ" Guimarães Duque (a); semeadora e adubadora de tração animal (b) e semeadora adubadora de tração motora (c).

As recomendações para o preparo inicial de solo devem considerar, também, a captação de água de chuva, como a aração em faixas (curvas de nível) utilizando-se arados de tração animal com o objetivo de preparar o solo para a semeadura, seja em cultivos de sequeiro e ou exploração de vazantes. As pesquisas têm demonstrado que sulcos barrados são eficientes na captação de água de chuva in situ e menos suscetível à erosão do solo.



Preparo de solo com aração em faixas. (Desenho: José Barbosa dos Anjos).



Barrador de sulcos a tração animal (a); barramento de sulcos em pré-plantio (b) e sulcos barrados após uma chuva (c). (Fotos: a e b José Barbosa dos Anjos; c Nilton de Brito Cavalcanti).

A nova tendência é o preparo de solo simultâneo à semeadura – em áreas motomecanizadas pode-se fazer uso da aração (arado de discos) simultânea à semeadura, diminuindo-se assim o tráfego de máquinas nas áreas de plantio, com redução do custo de implantação dos cultivos.



Arado equipado com semeadora adubadora (a) e aração simultânea à fertilização do solo e semeadura (b). (Fotos: José Barbosa dos Anjos)

## 2. 4. AGRICULTURA DE VAZANTE:

### Opção de cultivo para o período seco

*Francisco Pinheiro Araújo*

No Semiárido brasileiro, os fundos dos vales, as baixadas ou baixios, são as áreas com potencial de produção agrícola, por causa de uma maior disponibilidade hídrica e apresentam, em geral, os melhores solos. Para essas áreas, convergem as águas das bacias, seja na forma dos riachos intermitentes, do escoamento subterrâneo ou da infiltração nas paredes de açudes. Em algumas situações, muitas áreas têm água em lençóis freáticos não muito profundos, no leito dos rios secos e na vazante dos açudes.

A construção de barragens e açudes de grande porte nas décadas de 1940, 1950 e 1960 tiveram como finalidade garantir o abastecimento de água das populações rurais e urbanas e implementar os grandes projetos de irrigação e pecuária. Atualmente, observa-se o aumento do número espontâneo e contínuo dos pequenos açudes e barragens, o que constitui um esforço do sertanejo na busca pela convivência com as adversidades climáticas recorrentes e marcantes na região semiárida.



Foto: Francisco Pinheiro Araújo

A ocorrência das pequenas barragens e açudes na maioria das propriedades agrícolas torna essa tecnologia, apesar de rudimentar, porém, sempre aprimorada, e, se bem manejada, em uma opção de cultivo agrícola sustentável pelo uso de suas vazantes.

São chamadas de “vazantes” as faixas de terras situadas às margens dos açudes, barragens, lagoas e leitos dos rios, que são cobertas pelas águas durante o período chuvoso e que são descobertas progressivamente à medida que o espelho d'água vai diminuindo durante a época seca.



Foto: Francisco Pinheiro Araujo

Área de vazante descoberta pelas águas do açude depois do período chuvoso.

As culturas desenvolvidas em áreas de vazante, no período de entressafra, pela ocupação de mão de obra e pela produção de alimentos e de forragem, representam uma opção de cultivo para o período seco, o que é de fundamental importância para as regiões semiáridas. As bacias hidráulicas devem apresentar características básicas como serem extensas, planas e pouco profundas para facilitar a descoberta do solo pelas águas. A capacidade dos açudes para fins de utilização com vazantes deve ser acima de 50.000 m<sup>3</sup>. Os solos, onde serão cultivados as vazantes, devem ser preferencialmente os aluviões. Solos menos favoráveis à esta prática, seja pela profundidade, seja pela baixa fertilidade, poderão ser aproveitados com forrageiras, mesmo com a restrição da possibilidade de obtenção de baixos rendimentos.

### **As culturas das vazantes**

Deve-se preferir as culturas de ciclos mais curtos e de crescimento radicular rápido, para que as raízes das plantas possam acompanhar a umidade do solo à medida que haja o rebaixamento da umidade das camadas superficiais para as camadas mais profundas.

### **O sistema tradicional de cultivo em vazantes usados pelos agricultores**

A técnica de cultivo tradicional de vazante é bastante antiga e conhecida pelos agricultores. Inicialmente limpa-se a área que foi descoberta pelas águas e, em seguida, é efetuado o plantio. As culturas alimentares, como milho e feijão, realizadas diretamente após a limpeza da área, apresentam como desvantagem o apodrecimento das sementes após o plantio que é ocasionado pelo excesso de umidade do solo no início do cultivo e a falta de umidade no período crítico, conseqüente da impossibilidade de se fazer uma irrigação complementar, o



que pode ocasionar a perda parcial ou total da cultura. Essa perda está diretamente ligada à falta de umidade no solo por causa do avanço acelerado das águas da parte mais alta para as partes mais baixa, ou seja, o agricultor ainda corre o risco de perder o seu cultivo por falta de umidade do solo, apesar de sua proximidade com a água.

Perda do cultivo do milho no plano em sistema tradicional de vazantes.

### **O sistema de cultivo de vazantes recomendado pela Embrapa Semiárido**

O emprego de uma técnica bastante simples, prática e eficiente pode garantir o sucesso das culturas implantadas. A técnica consiste na determinação das curvas de nível formadas pela lâmina da água armazenada no açude, colocando-se piquetes ao longo da margem da água. Sabe-se que a água é um dos níveis mais eficientes que se dispõe na natureza. As curvas de nível orientam a formação dos sulcos e camalhões que poderão ser preparados com tração animal ou manualmente, com o uso de enxadas.



Marcação da curva de nível com piquetes na margem da água. Foto: Francisco Pinheiro Araujo

Após a marcação da curva de nível, espera-se que o espelho de água baixe o suficiente para facilitar a aração e/ou sulcamento.

Para fazer o preparo do solo com tração animal é recomendado que se faça uma linha paralela à curva formada pela linha da água que está sinalizada pelos piquetes. Isso se faz necessário porque o solo deve estar firme para facilitar o trabalho do animal. Esta prática diminui o esforço físico do operador, estimula a melhoria das propriedades físicas do solo e deixa a superfície do solo apropriado ao semeio, evitando o apodrecimento das sementes pelo excesso de umidade.



Foto: Francisco Pinheiro Araujo

Preparo do solo a tração animal em áreas de vazantes.

Os sulcos e camalhões formados orientam o plantio e facilitam a irrigação complementar quando a mesma se fizer necessária. O emprego de um pequeno conjunto de motor bomba, seja movido a gasolina ou a óleo diesel, garante o sucesso da colheita.



Foto: Francisco Pinheiro Araujo

Camalhões preparados com tração animal orientando as linhas de plantio em cultivo de vazante.

Para o cultivo da batata-doce, cultura preferida dos agricultores, os camalhões ou leiras formadas por meio da aração, facilitam, além do desenvolvimento das batatas, a colheita.



Foto: Francisco Pinheiro Araujo

Batata-doce cultivada em curva de nível em vazantes.

O consórcio em vazantes com o guandu e batata-doce em leiras ou camalhões formados por meio da aração parcial da linha do plantio, espaçados de 1,0 m x 0,40 m entre plantas, tem demonstrado que, neste sistema, os cultivos realizados sem uso de insumos tecnológicos, alcançaram produtividade de até 12t/ha e 856kg/ha de batata-doce e feijão-guandu, respectivamente.



Foto: Francisco Pinheiro Araujo

Cultivo em curva de nível do consórcio da batata-doce e guandu em vazantes.

Assim, a exploração agrícola de vazantes de açude, em pequenas áreas, garante a produção e não compromete a oferta de água para a consumo humano e animal, sendo uma alternativa importante para a agricultura de base familiar no semiárido.

## 2. 5. MANEJO DO SOLO PARA FAVORECER A MANUTENÇÃO DA UMIDADE

*Diana Signor Deon*

A manutenção da umidade no solo é de suma importância para o desenvolvimento das culturas, embora seja um grande desafio para o semiárido, principalmente por causa das condições de clima e de solo. A temperatura e a insolação são elevadas, enquanto a umidade relativa do ar é baixa, resultando em altas taxas de evapotranspiração, as quais, associadas ao baixo índice pluviométrico, e à distribuição irregular das chuvas resultam em déficit hídrico na maior parte do ano.

Além disso, as características comuns aos solos, em geral arenosos e pouco profundos, são fatores que limitam sua capacidade de armazenamento de água. Assim, estratégias de manejo que possam favorecer à manutenção da água no solo são de grande importância para os cultivos dependentes de chuva praticados nessa região.

As práticas de manejo que podem afetar a umidade no perfil do solo estão estritamente relacionadas às práticas conservacionistas, à manutenção da fertilidade e ao controle da erosão. Por isso, é importante que alguns aspectos sejam considerados.

### **Revolvimento do solo deve ser evitado**

O revolvimento total da área, realizado como forma de preparo para a semeadura, expõe as camadas inferiores do solo à luz solar, aumentando a temperatura e favorecendo a perda de água. Além disso, estimula a decomposição da matéria orgânica e deixa o solo exposto ao impacto das gotas de chuva e muito vulnerável à erosão hídrica e eólica.

Dessa forma, recomenda-se que o revolvimento total do solo seja evitado e que sejam adotadas técnicas de cultivo mínimo, priorizando o preparo apenas na linha de plantio e evitando deixar o solo muito pulverizado (conforme indicado no tópico Implantação de Culturas). Além disso, para o ambiente semiárido, é importante que o preparo do solo esteja associado a estratégias conservacionistas e de captação de água in situ, como a aração em faixas e os sulcos barrados.

### **Atenção às capinas**

As capinas, quer sejam realizadas manual ou mecanicamente ou ainda por tração animal, também são práticas de manejo que deixam o solo descoberto e suscetível à evaporação e aos efeitos de erosão hídrica e eólica. Embora trate-se de uma prática de manejo importante, que evita a competição de plantas espontâneas com a cultura principal, a capina deve ser realizada de forma racional, priorizando-se a limpeza das linhas de plantio para reduzir competição e queda na produção da cultura, e evitando-se deixar as entrelinhas totalmente descobertas.

### **Uso de cobertura morta**

A manutenção de cobertura morta sobre o solo ajuda a evitar a evaporação e a perda de água do perfil. Essa prática pode ser adotada com a introdução de material externo à área, como bagaços, cascas, restos de culturas, folhas mortas, dentre outros resíduos. Pode ser ainda implementada de forma associada à capina, ou seja, a capina pode ser feita na área, mas o

material vegetal não precisa ser retirado, podendo ser espalhado uniformemente sobre a superfície a fim de evitar a evaporação.

Além disso, o uso de cobertura morta reduz a temperatura do solo, aumenta a infiltração de água no solo e ajuda a evitar o crescimento de novas plantas espontâneas, o que pode reduzir a necessidade de novas capinas. O material orgânico utilizado como cobertura promove ainda a ciclagem de nutrientes, funcionando como fonte de nutrientes aos micro-organismos do solo e às plantas.

### **Uso de condicionadores de solo**

Condicionadores de solo são substâncias com capacidade de promover melhorias em atributos químicos, físicos e biológicos dos solos. Assim, condicionadores como o esterco, os compostos e adubos orgânicos, por causa de sua composição e de seus atributos físicos, possuem grande capacidade de melhorar a retenção de água e a disponibilidade de nutrientes no solo. A aplicação deve ser feita próxima às raízes para garantir boas condições de desenvolvimento às plantas. Entretanto, é preciso ter cuidado para que os adubos orgânicos e esterco estejam bem curados, para evitar a ocorrência de qualquer dano ou prejuízo ao desenvolvimento da cultura.

## **2. 6. IRRIGAÇÃO DE PEQUENAS ÁREAS**

*José Maria Pinto*

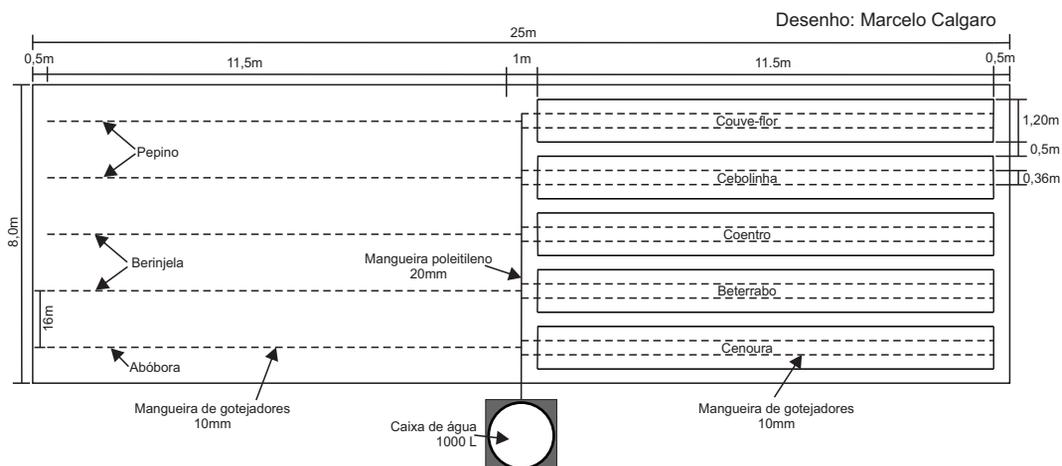
A limitação de recursos hídricos dificulta a produção de alimentos em regiões semiáridas, com distribuição irregular de precipitações pluviométricas. Dessa forma, a otimização desses recursos, captando água de chuva para uso doméstico, para a criação de animais e para a produção de alimentos se torna uma necessidade premente. Outra alternativa é utilizar a água armazenada em pequenas bacias de captação (lagoas, barreiros, pequenos açudes) que se formam durante o período chuvoso para cultivos de hortas e pomares. No caso de hortaliças, com espaçamentos pequenos entre plantas, deve-se molhar uma faixa contínua do solo, enquanto em fruteiras, com plantas de maior porte, recomenda-se molhar manchas de solo, aplicando-se uma quantidade menor de água por área, que pode contribuir para a maior eficiência no uso da água aplicada.

O cultivo de hortaliças para o consumo ou comercialização, além de proporcionar melhoria na alimentação das famílias, com o consumo de vegetais frescos, saborosos, mais saudáveis e sem o uso de agroquímicos, possibilita economia já que os produtores não precisam comprá-los, bem como pode proporcionar aumento da renda familiar pela venda do excedente da produção.

Encontram-se disponível no mercado, sistemas de irrigação que têm como principais características: a fácil instalação, o uso da gravidade como fonte de energia, possibilidade de instalação em terrenos declivosos ou planos, em qualquer tipo de solo, com capacidade para irrigar pequenas áreas. A água é aplicada em pequenas vazões diretamente nas raízes das plantas, sendo totalmente absorvida, evitando-se perdas.

Uma das opções para a irrigação de pequenas hortas são os chamados kit's de irrigação

compostos por caixa d'água (que deve ser instalada de 1,5 m a 2,0 m de altura em relação ao nível do solo), registro de esfera de 20 mm (para abertura e fechamento do sistema), filtro de discos (com o objetivo de reter partículas em suspensão da água, para evitar entupimento dos gotejadores), mangueiras de polietileno de 20 mm, mangueiras de gotejadores com vazão de  $1,7 \text{ L h}^{-1}$ , espaçados em 0,30 cm e conexões. Em alguns kit's não está incluída a caixa d'água.



Modelo esquemático de uma área cultivada com hortaliças e utilizando kit de irrigação.

Em solos arenosos, recomenda-se o uso de duas mangueiras gotejadoras por canteiro com 1,20 m de largura. Em solos argilosos pode-se usar uma mangueira gotejadora por canteiro. A água é bombeada para uma caixa elevatória e, por gravidade, é distribuída às plantas.

No caso específico de uma horta com  $200 \text{ m}^2$ , abastecida por uma caixa d'água de 1.000 L, pode-se fornecer uma lâmina de 5 mm por aplicação. Se houver a possibilidade de reabastecer a caixa, o produtor poderá aplicar uma nova lâmina de 5 mm e assim sucessivamente. A água não molha as folhas das plantas, ajudando a evitar doenças comuns em hortaliças que se agravam com o molhamento das folhas.

Outra opção mais econômica para irrigar pequenas áreas é a aquisição dos componentes do sistema de irrigação, tubos, emissores, filtros, conexões, caixa d'água e fazer a instalação na área a ser irrigada.

Para que o sistema de irrigação tenha maior durabilidade, recomenda-se manter o filtro de discos limpo por meio de lavagens periódicas. Dependendo da qualidade da água utilizada, as lavagens poderão ser diárias ou mais espaçadas, quando se utiliza água sem presença de sedimentos, a exemplo da água de chuva armazenada em cisterna. Não é recomendada a aplicação de produtos insolúveis, como o esterco, no sistema de irrigação. Além disso, é aconselhável recolher as mangueiras para que não fiquem expostas ao sol quando não estiverem sendo utilizadas.



Pelo menos uma vez ao mês recomenda-se efetuar a lavagem do sistema de irrigação. Para isso, deve-se aplicar hipoclorito de sódio (água sanitária – 1 L por aplicação) e, no dia seguinte a essa aplicação, deve-se abrir todos os finais das mangueiras para a permitir a saída dessa solução.



Foto: José Maria Pinto

O agricultor deve ter cuidado para evitar o encharcamento do solo decorrente do excesso de aplicação de água. O solo com muita água prejudica o desenvolvimento das plantas, podendo levar à morte, como também, a água em excesso arrasta os nutrientes para longe das raízes das plantas, tornando o solo fraco e ruim para produzir. O sistema de irrigação possibilita, além do fornecimento de água, a aplicação de fertilizantes dissolvidos (fertirrigação) na própria água de irrigação permitindo uma melhor distribuição dos fertilizantes e reduzindo a necessidade de mão de obra para realizar essa atividade. Na fertirrigação, para uma caixa de 500 litros ou mais, pode ser aplicado, por exemplo, 0,5 kg de ureia por fertirrigação. Outros fertilizantes também podem ser aplicados via água, como: cloreto de potássio, nitrato de potássio, nitrato de cálcio, sulfato de magnésio, mono amônio fosfato (MAP), entre outros. É importante lembrar que o MAP deverá ser aplicado isoladamente e que todos os fertilizantes utilizados devem ser solúveis em água. Também, deve-se considerar que a quantidade de cada nutriente aplicado na fertirrigação varia de acordo com a necessidade de cada espécie cultivada.

Para indicar o momento de iniciar as irrigações existem disponíveis equipamentos de baixo custo, denominados sensores de umidade, de fácil manuseio e instalação. O equipamento consta de cápsula porosa, tipo vela de filtro de água caseiro conectado a uma mangueira fina, microtubo, com uma cuba de plástico na ponta. O número de sensores por área depende de vários fatores, manchas de solo, uniformidade das plantas, e incidência solar. Recomenda-se, no mínimo, dois sensores para cada área a ser irrigada. Deve-se instalar um sensor na profundidade das raízes e outro mais abaixo para monitorar a umidade e evitar perdas de água para camadas mais profundas do solo.

## 2. 7. PISCICULTURA EM PEQUENAS OBRAS HÍDRICAS

Daniela Ferraz Bacconi Campeche  
Lúcio Alberto Pereira

Grande parte dos açudes ou pequenas barragens construídos no Semiárido brasileiro tiveram a função básica de armazenar água da chuva para diversas finalidades, seja uso doméstico, pequena irrigação, cultivo na vazante ou dessedentação animal. Entretanto, alguns destes açudes foram povoados com peixes das mais diversas espécies. Esses povoamentos foram, muitas vezes, realizados de forma indiscriminada e sem uma análise prévia da característica do açude e de sua água.

O uso destes corpos de água para a produção de peixe é de extrema importância, uma vez que esta atividade, mesmo sendo extensiva, gera alimento de alto valor proteico que pode suprir as deficiências nutricionais da população residente na comunidade e até gerar renda. Desta forma, com o intuito de maximizar o uso deste recurso disponível para a produção de alimento, torna-se imperativo que o peixamento em açudes dependentes de água de chuva seja feito de forma criteriosa e previamente analisada para reduzir os riscos de insucesso da atividade.

Com apoio da Prefeitura Municipal de Petrolina, a Embrapa Semiárido e a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf) desenvolveram estudos em comunidades rurais, objetivando capacitar as pessoas envolvidas com a piscicultura local quanto às técnicas de manejo que devem ser utilizadas.



Foto: Daniela Campeche

Foto: Daniela Campeche

A criação de peixe neste sistema deve ser extensiva, ou seja, de baixa densidade e sem o fornecimento de alimentação suplementar ou mesmo adubação por causa dos usos múltiplos da água pelas comunidades. A densidade ideal para o cultivo neste sistema (pequena açudagem) pode variar em relação à qualidade da água, mas, de forma geral, a recomendação é de que seja em torno de 1,0 peixe/5 m<sup>2</sup>.



**As espécies de peixes a serem utilizadas dependerão de fatores como:**

- Disponibilidade de alevinos em instituições públicas doadoras ou fornecedores particulares;
- Preferência cultural da comunidade;
- Parâmetros de qualidade da água.

Em relação à qualidade da água é de conhecimento técnico que espécies como tilápia e tambaqui, por serem espécies rústicas e adaptadas às condições semiáridas, são altamente recomendadas para esta finalidade. Além de serem facilmente encontradas e sua carne tem grande aceitação pelos consumidores.

Durante o período de criação é recomendada uma avaliação sistemática da qualidade e da regressão da lâmina de água do açude do período das chuvas até o final do período de seca, para que esses fatores não causem prejuízos à atividade.

A despesca pode ser realizada em vários momentos. A comunidade tem um papel importante nesta decisão. Pode ser que a mesma prefira iniciar a despesca ao final de 2 anos, com os peixes maiores, caso tenha a garantia da água no açude. Caso seja um açude de menor capacidade de armazenamento de água, o ideal é que a despesca seja feita quando a qualidade da água começar a diminuir muito e antes dos peixes sinalizarem dificuldade de respiração.



# 3 BARRAGINHAS

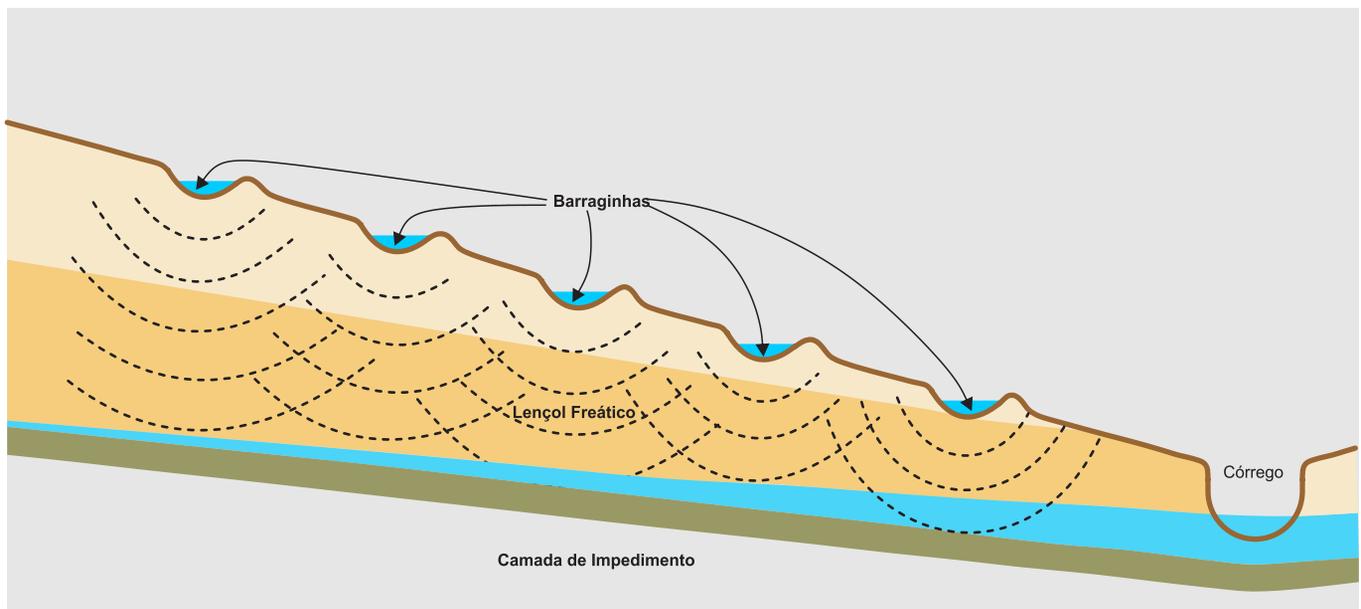
## Realimentação de aquíferos

*Luciano Cordoval  
Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro*

O desmatamento e a conversão de áreas em lavouras e pastagens sem a utilização de tecnologias adequadas resultam em compactação do solo, com consequente diminuição da sua capacidade de infiltração. O solo compactado, em analogia a um telhado, coleta a água das chuvas e a concentra na forma de enxurrada, que vai se avolumando até se tornar danosa, provocando erosão, empobrecimento do solo e enchentes.

O desafio que resultou na criação das Barraginhas pela Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, foi a interrupção do processo de degradação e a recuperação de áreas degradadas por meio da captação de água das enxurradas, dando tempo para que ela infiltre no solo e abasteça o lençol freático, tornando-se disponível nos minadouros, cacimbas e cisternas.





Abastecimento do lençol freático pelas Barraginhas. (Desenho: Luciano Cordoval)

As barraginhas são pequenas bacias escavadas no solo em formato de prato, meia-lua e de arco de flecha, com diâmetro médio de 16 m e profundidade média de 1,2 m. São construídas dispersas nas pastagens, lavouras (no final das curvas de nível) e nas margens de estradas, para captar água de enxurradas, controlando a erosão e conservando a água no subsolo. As barraginhas não devem ser construídas em cursos de água perenes, nas áreas de proteção permanente (APPs), no interior das voçorocas e das grotas e em terrenos com inclinação acima de 12%.



Barraginhas construídas no semiárido, em Minas Novas, MG. (Foto: Luciano Cordoval)

Um sistema de Barraginhas construídas em uma microbacia promove a elevação do lençol freático e o umedecimento das baixadas, proporcionando segurança hídrica para lavouras, mesmo em regiões semiáridas. Com a água disponível na propriedade, os agricultores ganham novo ânimo para plantar lavouras, hortas, criar animais e até mesmo construir pequenos lagos para criação de peixes. São nítidos os efeitos da maior quantidade de água disponível sobre todas as atividades nas diversas comunidades onde as barraginhas já foram implantadas em maior densidade: maior produção de frutos; aumento na produção de mel decorrente de floradas mais intensas; pastagens mais verdes no entorno das barraginhas e nos baixios, diminuindo o período em que é necessário trato suplementar de criações durante a seca e maior segurança de produção das lavouras nas baixadas. Também tem sido observado o retorno de espécies da fauna em busca de água, como seriemas, capivaras entre outras.



Afloramento de água na baixada proporcionado por um sistema de Barraginhas.  
(Foto: Luciano Cordoval)

Em solos mais favoráveis, como os latossolos, o tempo médio gasto para se construir uma barraginha com uma pá carregadeira é de 1 hora e nos solos mais firmes, como os cambissolos, é de 2 horas. O espaçamento entre as barraginhas deve seguir uma estratégia que considerando-se o resultado da implantação do sistema a cada ano. Assim, 1/3 do potencial de uma determinada área deve ser construído no primeiro ano (nas principais enxurradas). Após um ciclo de chuvas, o produtor, ao observar os resultados, motiva-se e demanda a construção de mais 1/3 das barraginhas no segundo ano. No ano seguinte, considerando os resultados dos dois primeiros anos, implanta-se o 1/3 final, barrando todas as enxurradas detectadas na propriedade.

Normalmente, cerca de 14% das barraginhas sofrem certo grau de assoreamento após 3 a 5

anos de sua construção, quando as enxurradas colhidas trazem muitos sedimentos, resultado da falta de práticas conservacionistas do solo em sua bacia de captação. Isso ocorre principalmente com as barraginhas da parte superior da propriedade e com as de margens de estradas. Em um sistema implantado há 18 anos, em Sete Lagoas, observou-se que as barraginhas no interior das fazendas, nas pastagens, praticamente não precisam de manutenção. Apenas as barraginhas feitas próximas às estradas têm demandado desassoreamento, pois acabam recebendo algum cascalho e sedimentos vindos das estradas durante as chuvas mais intensas. Caso ocorra assoreamento, para manter sua capacidade original de armazenamento, os sedimentos devem ser removidos por máquina e depositados nas costas do aterro.

As barraginhas beneficiam agricultores de todas as categorias. Geralmente, tem sido adotada amplamente por agricultores familiares que, associados, buscam meios para viabilizar a sua construção em todas as propriedades de uma microbacia, beneficiando toda a comunidade da região pela recarga do lençol freático.

Embora os produtores possam implementar o Sistema Barraginhas isoladamente, na grande maioria dos casos eles o fazem coletivamente, envolvendo toda sua comunidade. Mesmo que cada produtor pretenda construir barraginhas por conta própria, tanto a mobilização como os treinamentos são feitos em grupo. Geralmente, a mobilização é dividida em quatro fases:

#### **Fase A: Primeiros contatos**

Os primeiros contatos da comunidade com o Sistema Barraginhas acontecem por meio de palestra ou reunião, apresentada por participantes do projeto. Normalmente, um disseminador faz o primeiro contato levando a tecnologia à comunidade. Esses disseminadores podem ser técnicos da extensão rural ou de alguma organização não governamental (ONG), associação, sindicato ou mesmo voluntários. Existem também os primeiros contatos de quem assistiu pela TV, leu em jornais ou em revistas, ou ouviu algo sobre esse sistema no município vizinho. Assim, os disseminadores interessados entram em contato com a Embrapa, iniciando-se o envolvimento.

#### **Fase B: Visita a unidades demonstrativas do Sistema Barraginhas**

O segundo passo consiste em organizar uma visita da comunidade ao Projeto piloto do Ribeirão Paiol, em Sete Lagoas, MG, ou a uma das unidades demonstrativas descentralizadas do Sistema Barraginhas espalhadas pelo País, para que os participantes conheçam e passem a acreditar no potencial para o desenvolvimento de sua comunidade. O principal objetivo dessa fase é gerar expectativa, para que os participantes vejam que é possível armazenar água em suas propriedades pela colheita de chuvas e visualizem o sistema implantado em sua região. Percebido o interesse do grupo, consolidam-se o envolvimento e o comprometimento dos participantes. Para que essa visita ocorra com sucesso, recomenda-se o envolvimento do poder público para providenciar transporte, refeições, entre outras despesas. Na verdade, essa parceria é importante em todas as fases do projeto.

#### **Fase C: Treinamento no Local**

A terceira fase acontece na comunidade. Realiza-se um treinamento teórico e prático, ministrado pela Embrapa ou por algum disseminador treinado. Os participantes aprendem a “marcar” (localizar) e construir as barraginhas nos veios das enxurradas. Na parte prática do

treinamento, são construídas duas barraginhas, sendo treinados técnicos, operadores de máquinas e os agricultores para entenderem e fiscalizarem os trabalhos futuros. A participação dos agricultores é fundamental nessa fase, pois é ele quem conhece o terreno e quem levará o técnico aos locais das enxurradas ou aos pontos estratégicos onde as barraginhas devem ser construídas. Após essa fase, os participantes estão aptos a desenvolver o projeto sem tutoramento, com liberdade para adaptar o sistema às características locais/regionais, apropriando-se da tecnologia.

#### **Fase D: Construção das primeiras barraginhas pelos participantes**

Uma vez motivados e treinados os usuários, inicia-se o processo de adesão e de cadastramento dos participantes, decidindo-se quantas barraginhas serão feitas por comunidade e por participante. Nessas quatro fases, é importante que a gestão seja própria da comunidade, mas com apoio do poder público no envolvimento, no financiamento (parcial ou total) das despesas e no uso de máquinas. O intuito dessa parceria é aproximar a comunidade, os técnicos e o poder público. Normalmente, após 50, 100 ou 200 barraginhas prontas, organiza-se um Dia de Campo, que se repetirá quando se chegar a 500, a 1.000 ou mais barraginhas.



Treinamento teórico e prático sobre barraginhas em Jequitibá, MG.

(Foto: Luciano Cordoval)

A tecnologia é uma excelente alternativa para as regiões que sofrem com longos períodos de estiagem, por sua simplicidade e pelo seu baixo custo de implantação. Além de mobilização da comunidade para adoção coletiva e treinamento pela Embrapa ou seus parceiros, a construção de barraginhas demanda o uso de máquinas apropriadas (retroescavadeira ou pá-carregadeira). Pode apresentar resultados satisfatórios em qualquer região onde existam áreas degradadas com baixa declividade (até 12%) e tenham precipitações entre 500 mm e 1.800 mm, ainda que mal distribuídas ao longo do ano. As Barraginhas terão o papel justamente de perenizar a distribuição da água no solo e no subsolo ao longo do ano.

A divulgação das barraginhas se iniciou em 1996, na região central de Minas Gerais, em solos porosos e profundos. Em 2001, recebeu adaptações para migrar para o Norte de Minas e para

o Vale do Jequitinhonha, onde os solos têm menor capacidade de infiltração. A partir de 2005, atingiu outras regiões do Estado de Minas Gerais e expandiu para outros estados como Piauí, Ceará, Mato Grosso, Tocantins, Bahia, Sergipe, Maranhão, Pará, Distrito Federal, Goiás, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina.

Para obter mais informações sobre o Sistema Barraginhas, deve-se acessar o blog do projeto e demais publicações, disponibilizados nos links abaixo.

[www.projetobarraginhas.blogspot.com.br](http://www.projetobarraginhas.blogspot.com.br)

Circular Técnica - Integração entre Barraginhas e Lagos de Múltiplo Uso: O Aproveitamento Eficiente da Água de Chuva para o Desenvolvimento Rural

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/944140/1/circ177.pdf>

Circular Técnica - Captação de águas superficiais de chuvas em Barraginhas.

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/484688/1/circ2.pdf>

Documento - Abrangência geográfica do Projeto Barraginhas no Brasil.

[Http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/980938/1/doc159.pdf](http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/980938/1/doc159.pdf)

Prosa Rural - BARRAGINHAS e lagos garantem água em propriedades rurais.

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/956530>

Dia de Campo na TV - BARRAGINHAS para captação de águas superficiais de chuva

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/956571>

# 4 **TÉCNOLOGIAS SOCIAIS E POLÍTICAS PÚBLICAS**

*Aderaldo de Souza Silva*

**A** Embrapa Semiárido une-se às iniciativas de melhoria contínua das técnicas, métodos e processos produtivos desenvolvidos ao longo das últimas quatro décadas para a convivência sustentável das famílias no Semiárido brasileiro. Considerando-se que a forma de uso dos recursos naturais tem ultrapassado os limites ecológicos e que, a capacidade de renovação desses recursos, a contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos, a degradação das terras e de sua fertilidade têm exigido a adoção de princípios modernos de conservação, por causa de suas potencialidades socioeconômicas e ecológicas.

Neste contexto, apresenta-se uma proposta técnico-metodológica inovadora para implementação de políticas públicas em âmbito regional, estadual, municipal e local, em consonância com as características da tecnologia social, isso é, adequada a pequenos produtores e consumidores de baixo poder econômico, poupadora de recursos naturais e financeiros, incentivadora do potencial e da criatividade do(a) produtor(a) e dos usuários e capaz de viabilizar economicamente empreendimentos em base associativista e sustentável.

A proposta consiste em ações de natureza produtiva e de consumo, ou seja, utilização massiva de tecnologias sociais por meio de políticas públicas geoespacializadas, tanto no espaço bidimensional quanto tridimensional, com vistas ao favorecimento das comunidades dispersas do Semiárido, tendo como base cartográfica de referência os setores censitários do IBGE, intrínsecos aos limites municipais.

O mapeamento das oportunidades de negócio é, certamente, o revigoro da agricultura familiar por meio da inserção de associações e cooperativas a economia de mercado, consubstanciando-se em verdadeiros instrumentos de transformação das dimensões socioeconômicas e ecológicas, partindo-se do princípio que um acervo considerável de tecnologias sociais já existe. Entretanto, o fosso do empoderamento tecnológico pelo(a) produtor(a) continua passível de inversão em curto e médio prazos, se metodologia for incorporada pelos gestores públicos. A seguir, apresenta-se uma lista como exemplos algumas tecnologias sociais, entre as centenas existentes, tão somente, no acervo da Embrapa.

*Sisteminha Embrapa* - <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/958146>

*Manutenção das Motobombas submersas* - <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/959514>

*Estratégias de manejo da água de chuva na cisterna de produção* -  
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1026073>

*Implantação de pequenos perímetros irrigados a partir de poços tubulares* -  
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/133065>

*Fertirrigação: Aplicação de biofertilizante na água de irrigação* -  
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1007578>

Trata-se, portanto, de um instrumento inovador local de pesquisa e prospecção que proporciona ao produtor, empreendedor (investidor) e gestores públicos, subsídios técnicos e socioambientais, suficientes para formular e executar suas alianças produtivas e políticas de uma forma consistente e com perspectiva de êxito, em função das constantes atualizações estatísticas realizadas pelo IBGE, à semelhança do Censo Demográfico Georreferenciado de 2010 e pesquisas periódicas por amostragem, antes desarmônicas e imprecisas.

A proposta vem sendo exercitada pela Embrapa Semiárido nos últimos 4 anos, em termos de pesquisa, e sua implementação generalizada está prevista no Projeto Paraíba Rural Sustentável.

## **A proposta**

A área de validação desta metodologia foi o Semiárido brasileiro, com 969.589,3 km<sup>2</sup> e abrangeu informações provenientes do Zoneamento Agroecológico do Nordeste, pesquisas da Embrapa Semiárido, Censo demográfico 2010 do IBGE, todos em forma de microdados, obtidos em 14.126 setores censitários, abrangendo 2,091202 milhões de Domicílios Particulares Permanentes (DPP), sendo 98,5% do tipo casa, dos quais foram extraídos destes, 10.094 setores censitários, exclusivamente rurais.

A seguir, é possível verificar a distribuição do número de municípios do Semiárido brasileiro e de setores censitários por Unidade da Federação e seus respectivos percentuais. No caso específico dos setores censitários, estes se referem apenas ao setor rural. Exemplificando, observa-se o Estado de Alagoas detém 38 municípios com 264 setores censitários, exclusivamente rurais, segundo o IBGE 2010.

De acordo com o IBGE, o setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral da coleta, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político-administrativa, do quadro urbano e rural legal. Segundo o mesmo instituto, a base territorial do Censo Demográfico 2010 foi elaborada de forma a integrar a representação espacial das áreas urbana e rural do Território Nacional em um ambiente de banco de dados geoespaciais, utilizando-se insumos e modernos recursos de tecnologia da informação.

Análise comparativa, em termos de eficiência e eficácia da informação geoespacializada, quando disseminada considerando-se o número de setores censitários por município para o Semiárido, exclusivamente rural brasileiro, por Unidade da Federação, segundo (IBGE 2010).

Estados	Municípios	Porcentagem	Setores Censitários Rurais	Porcentagem	Setores (*) Censitários/Municípios
	Frequência(N)		Frequência(N)	(%)	(Média)
Alagoas	38	3.35	264	2.62	7
Bahia	265	23.39	3317	32.86	13
Ceara	150	13.24	2468	24.45	16
Minas Gerais	85	7.5	267	2.65	3
Paraíba	170	15	982	9.73	6
Pernambuco	122	10.77	1338	13.26	11
Piauí	127	11.21	838	8.3	7
Rio Grande do Norte	147	12.97	508	5.03	3
Sergipe	29	2.56	112	1.11	4
<b>TOTAL</b>	<b>1133</b>	<b>100</b>	<b>10094</b>	<b>100</b>	<b>9</b>

Nota: (\*) A informação geoespacializada analisada por setor censitário do IBGE retrata a situação socioeconômica e ecológica do setor e não do município. Por este motivo, é ao redor de dez vezes mais efetiva, em termos comparativo, quando avaliada em base municipal.

Neste sentido, a Embrapa Semiárido objetivando precisar a disseminação de informações tecnológicas geoespacializadas à sociedade, em forma contributiva, propõe a geoespacialização das tecnologias sociais por setor censitário, contribuindo, dessa forma, na agilização da transferência das inovações tecnológicas, na redução de custos técnico-operacionais na elaboração de projetos e diagnósticos exploratórios, bem como auxiliando em uma efetiva tomada de decisão por parte dos gestores públicos.

A partir do banco de dados contendo variáveis do Censo Demográfico do IBGE 2010 e do Zoneamento Agroecológico do Nordeste, tendo o setor censitário como unidade cartográfica de referência, a Embrapa Semiárido construiu o Índice de Desenvolvimento Socioeconômico e Ecológico (IDSe\_Eco) do Semiárido Rural brasileiro, cujos resultados dos coeficientes de correlação das 22 variáveis significativas que formularam os quatro perfis para o IDSe\_Eco são apresentados a seguir.

Matriz de Coeficientes rotacionado pelo método Varimax do índice de desenvolvimento socioeconômico e ecológico (IDSe\_Eco) – domicílios particulares permanentes por setor censitário do IBGE 2010.

Nome dos Perfis	ND	Variáveis/Perfil	Cargas fatoriais (%)				CF
			1	2	3	4	
Agricultura Familiar, Irrigantes, arrendatários e Sistemas Agro-silvío-pastoris (Segurança alimentar)	1	Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1/2 a 1 salário mínimo	<b>87</b>	-1	25	21	88.73
	2	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/4 a 1/2 salário mínimo	<b>87</b>	0	25	24	92.22
	3	Pessoas responsáveis alfabetizados	<b>86</b>	0	31	18	73.99
	4	Domicílios particulares permanentes com energia elétrica	<b>86</b>	1	42	12	88.73
	5	Domicílios particulares permanentes do tipo casa com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar	<b>86</b>	-6	2	7	46.16
	6	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/2 a 1 salário mínimo	<b>82</b>	2	23	33	74.52
	7	Pessoas alfabetizadas responsáveis, do sexo masculino	<b>81</b>	-1	29	23	74.71
	8	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/8 a 1/4 salário mínimo	<b>78</b>	-2	42	4	78.59
	9	Domicílios particulares permanentes do tipo casa com lixo queima do na propriedade	<b>69</b>	2	49	16	87.64
	10	Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1 a 2 salários mínimos	<b>66</b>	3	11	56	84.05
	11	Domicílios particulares permanentes do tipo casa com lixo coletado	<b>59</b>	-5	-33	-1	75.48
Potencial Agroecológico	12	Potencial ambiental	3	<b>94</b>	0	-3	87.54
	13	potencial agroecológico	3	<b>93</b>	0	-4	78.39
	14	Mês do término do período chuvoso	2	<b>87</b>	3	2	71.79
	15	Qualidade das águas dos mananciais superficiais	-4	<b>85</b>	7	4	87.29
Famílias em Extrema Pobreza (Comunidades Tradicionais)	16	Mês do início do período chuvoso	-8	<b>72</b>	6	0	76.93
	17	Domicílios particulares permanentes do tipo casa sem banheiro de uso exclusivo dos moradores	21	7	<b>91</b>	9	55.68
	18	Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores	21	6	<b>91</b>	10	53.60
	19	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/8 salário mínimo	43	6	<b>72</b>	-21	76.59
	20	Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 1/2 salário mínimo	59	1	<b>60</b>	-9	72.79
Chácaras, Condomínios, Glebas, agroindústrias e Empresas rurais	21	Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 5 a 10 salários mínimos	19	-2	-3	<b>72</b>	87.29
	22	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1 a 2 salários mínimos	56	2	5	<b>66</b>	88.74
<b>(%) de explicação da Variância Total</b>			<b>7.91</b>	<b>3.79</b>	<b>3.62</b>	<b>1.69</b>	<b>17.01</b>

Notas: \* Valores superiores a 48,05 % são considerados significativos; ND - Número de Ordem; CF - Comunidades Finais (% de explicação de cada variável do Perfil).

O IDSe\_Eco está representado pelos seguintes perfis: a) Perfil 1 - Agricultura Familiar, irrigantes, arrendatários e sistemas agro-silvio-pastoris; b) Perfil 2 - Potencial agroecológico; c) Perfil 3 - Famílias em extrema pobreza (Comunidades tradicionais) e d) Perfil 4 - Chácaras, condomínios, glebas, agroindústrias e empresas rurais. Descrevem-se a seguir os perfis em função de suas especificidades.

**Perfil 1** – Agricultura familiar (segurança alimentar) - o primeiro perfil é caracterizado pelo prevailecimento das principais cargas fatoriais de 11 variáveis responsáveis pelas características das famílias por domicílio particular permanente (DPP): Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1/2 a 1 salário mínimo, alfabetizados e DPP com energia elétrica e tipo casa com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar e com lixo queimado na propriedade. Estas características apresentaram uma contribuição significativa na diferenciação entre o universo de famílias estudadas.

**Perfil 2** – Potencial agroecológico das terras - Abordou as variáveis responsáveis pelas características da potencialidade das terras, circunscritas aos setores censitários pertencentes a cada município, tais como: os meses mais representativos do início e término do período chuvoso, o potencial da matriz ambiental (água, solo, clima e vegetação) e qualidade das águas dos mananciais superficiais, também, altamente significativo no que diz respeito à diferenciação pretendida.

**Perfil 3** – Comunidades tradicionais – O terceiro perfil teve como carga fatorial significativa para quatro variáveis, basicamente, relacionadas às características de extrema pobreza em que vivem as famílias pertencentes às comunidades tradicionais (quilombolas e indígenas) e assentamentos localizadas por setor censitário do IBGE pesquisados. Estas características diferenciam a situação socioeconômica e ecológica de forma significativa do universo avaliado.

**Perfil 4** – Chácaras, condomínios e empresas rurais - trabalho e rendimento – O quarto perfil é composto por duas variáveis, altamente significativas, relacionadas a serviços e rendimentos das famílias intrínsecas aos DPP existentes em cada setor censitário avaliado, também, imprescindíveis na diferenciação almejada.

A partir do cruzamento das 22 variáveis significativas, apresentado na Tabela apresentada anteriormente com a variável discriminante potencial agroecológico, determinaram-se as quatro classes de vulnerabilidade: elevada, alta, média e baixa para os grupos de famílias localizadas por setor censitário avaliado.

Matriz de tipificação do índice de desenvolvimento socioeconômico e ecológico (IDSe\_Eco) – domicílios particulares permanentes por setor censitário do IBGE 2010.

ND	Tipificação da vulnerabilidade	Elevada	Alta	Média	Baixa
1	Frequência	622	4844	3886	742
2	Porcentagem	6.16	47.99	38.50	7.35
3	Classe	1	2	3	4
4	Perfil	4	3	2	1
Variáveis		Valores médios			
1	Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores	59.24	34.70	67.75	158.13
2	Domicílios particulares permanentes com energia elétrica	259.91	63.20	147.03	234.08
3	Domicílios particulares permanentes do tipo casa com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar	201.16	32.38	82.43	106.62
4	Domicílios particulares permanentes do tipo casa sem banheiro de uso exclusivo dos moradores	58.66	34.56	67.58	157.81
5	Domicílios particulares permanentes do tipo casa com lixo coletado	39.93	3.45	9.44	9.90
6	Domicílios particulares permanentes do tipo casa com lixo queimado na propriedade	190.19	50.96	113.12	177.49
7	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/8 salário mínimo	48.02	16.80	36.55	66.70
8	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/8 a 1/4 salário mínimo	49.34	13.03	28.20	45.34
9	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/4 a 1/2 salário mínimo	73.90	17.80	38.37	57.73
10	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/2 a 1 salário mínimo	67.93	17.04	36.79	52.32
11	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1 a 2 salários mínimos	11.45	2.54	5.58	7.30
12	Pessoas Responsáveis alfabetizados	150.95	37.51	81.72	118.53
13	Pessoas alfabetizadas responsáveis, do sexo masculino	107.58	27.39	58.49	85.11
14	Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 1/2 salário mínimo	63.69	19.11	42.25	71.49
15	Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1/2 a 1 salário mínimo	122.18	30.10	64.45	95.62
16	Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1 a 2 salários mínimos	27.32	6.03	13.45	19.46
17	Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 5 a 10 salários mínimos	1.04	0.20	0.40	0.50
18	Mês do início do período chuvoso	1.23	2.12	1.99	1.95
19	Mês do término do período chuvoso	2.05	2.01	2.27	2.49
20	Qualidade das águas dos mananciais superficiais	2.94	3.93	4.22	4.51
21	Potencial agroecológico	1.25	1.29	1.42	1.56
22	Potencial ambiental	0.67	0.68	0.76	0.83

**Classe 1** - Vulnerabilidade elevada – Os setores censitários que compõem esta classe representam 6,16% do universo pesquisado, que totalizou 10.094 e foram agrupados em função da ocorrência do potencial agroecológico das terras ser extremamente baixo, bem como a qualidade das águas dos mananciais superficiais, inferior às demais classes, cuja caracterização foi descrita no Perfil 4.

**Classe 2** - Vulnerabilidade alta – Representa 47,99% dos setores censitários avaliados. Estes têm o segundo potencial ambiental produtivo das terras agricultáveis mais baixo, entre todas as classes pesquisadas, com valores médios ao redor de 1,29, em uma escala de 0 a 4, cuja principal característica foi ter seus domicílios particulares permanentes sem banheiro e nem sanitário de uso exclusivo dos moradores (Perfil 3).

**Classe 3** – Vulnerabilidade média – Os setores censitários representam 38,50% do universo pesquisado, com potencial agroecológico produtivo de suas terras, variando de médio a alto, sendo caracterizado pelo Perfil 2. A média do potencial ambiental, segundo o Zoneamento Agroecológico do Nordeste, apresentou valores médios ao redor de 0,8 em uma escala de 0 a 4. O baixo valor relativo encontrado (0,8), deve-se ao expressivo número de setores sem informação.

**Classe 4** - Vulnerabilidade baixa – 742 (7,35%) setores censitários estão representados nesta classe e apresentaram os maiores valores médios para o potencial agroecológico das terras agricultáveis, até então mapeadas, sendo caracterizadas por meio do Perfil 4.

Abaixo estão representados os cinco primeiros setores censitários hierarquizados de cada classe de vulnerabilidade do IDSe\_Eco de um total de 10.094 analisado.

Índice de desenvolvimento socioeconômico e ecológico (IDSe\_Eco) – Domicílios particulares permanentes por setor censitário do IBGE 2010.

Perfil	Setor Censitário	Município	Estado	Vulnerabilidade	Classe	IDSe_Eco
4	220800705000058t	PICOS	Piauí	Elevada	1	0.000172058
	221093805000008t	SUSSUAPARA				0.000172051
	230010105000022t	ABAIARA	Ceara			0.000172044
	230010120000004t	SÃO JOSÉ				0.000172037
	230030925000002t	SANTA FEICIA				0.000172030
3	220025105000016t	AL AGOINHA DO PIAUI	Piauí	Alta	2	0.000167766
	220027705000004t	ALEGRETE DO PIAUI				0.000167752
	220045905000003t	ALVORADA DO GURGUEIA				0.000167738
	220045905000004t					0.000167724
	220045905000005t					0.000167711
2	220027705000003t	ALEGRETE DO PIAUI	Piauí	Média	3	0.000100919
	220027705000005t					0.000100898
	220045905000012t	ALVORADA DO GURGUEIA				0.000100878
	220090505000008t	AROAZES				0.000100857
	220095405000006t	AROEIRAS DO ITAIM				0.000100836
1	292105405000006t	MATINHA	Bahia	Baixa	4	0.000000138
	292600405000024t	REMANSO				0.000000110
	292600405000055t					0.000000083
	293245710000006t	DELFINO				0.000000055
	293245710000008t					0.000000028
<b>Total</b>	<b>10.094</b>		<b>9</b>			<b>0-1</b>

As análises multidimensionais comprovam a importância de se utilizar as informações geradas pelo IBGE e outras instituições de pesquisa por setor censitário, porque além de precisar, localmente, os beneficiários potenciais das tecnologias sociais por meio de políticas públicas mais objetivas e racionais, permitem a monitoração da aplicação dos recursos financeiros e seu desempenho junto à população beneficiária, por meio de índices elaborados com este objeto, à semelhança do índice IDSe\_Eco, uma vez que, esta metodologia hierarquiza os 10.094 setores censitários, em relação, por exemplo, a vulnerabilidade socioeconômica e ecológica, de forma geoespacializada.

Esta proposição pode, ainda, favorecer às instituições de fomento em relação aos programas sociais, com o objetivo de aumentar a resiliência de convivência com a semiáridade, por meio

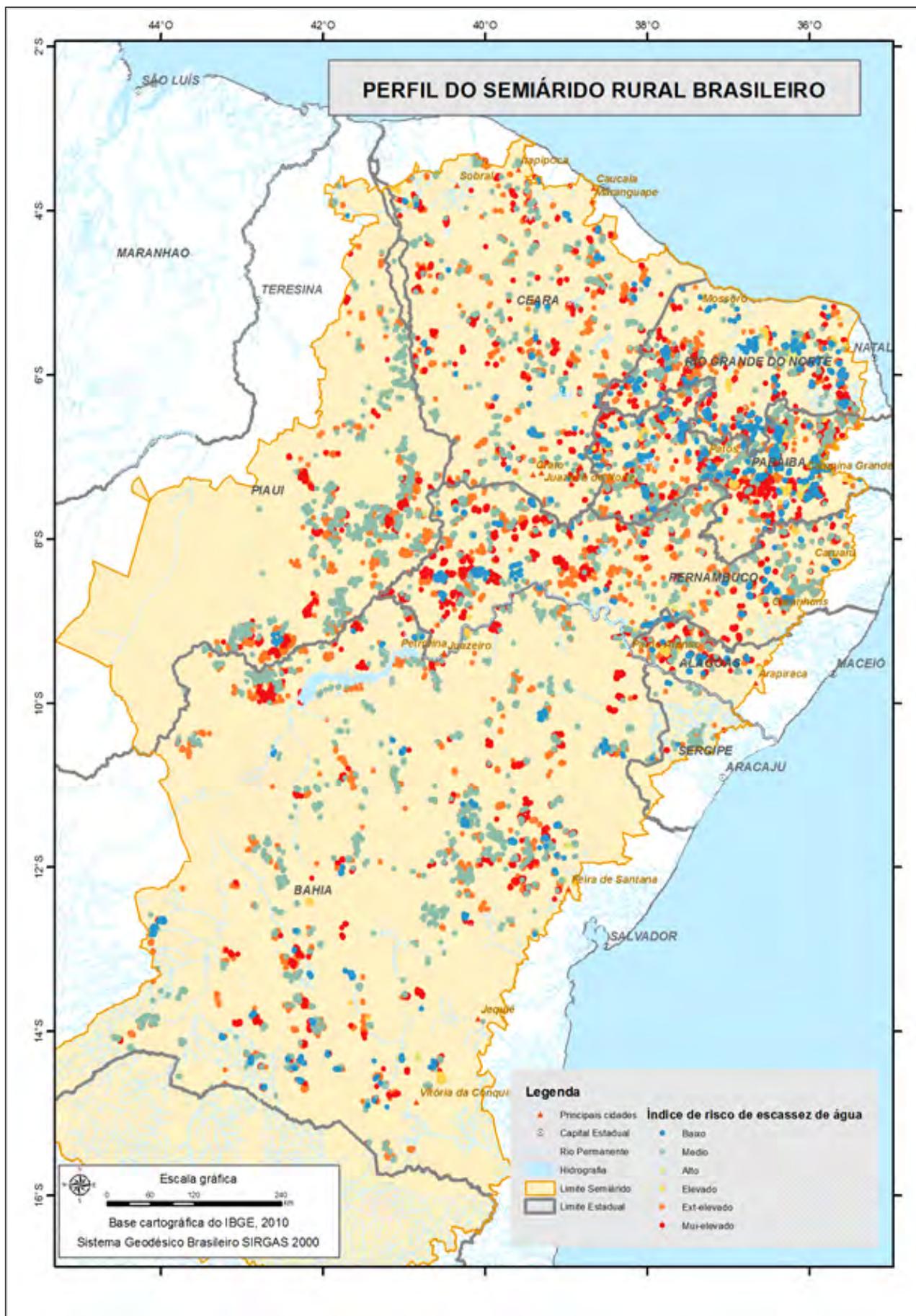
de sua utilização em âmbito federal, estadual e municipal. Por exemplo, esse procedimento, fundamentado em um conjunto de tecnologias geoespacializadas poderá ser a base de criação de uma infraestrutura hídrica local sustentável. Apresentam-se a seguir algumas tecnologias sociais georreferenciadas e mapeadas por estabelecimento rural, aptas a serem utilizadas no Semiárido do Nordeste brasileiro.

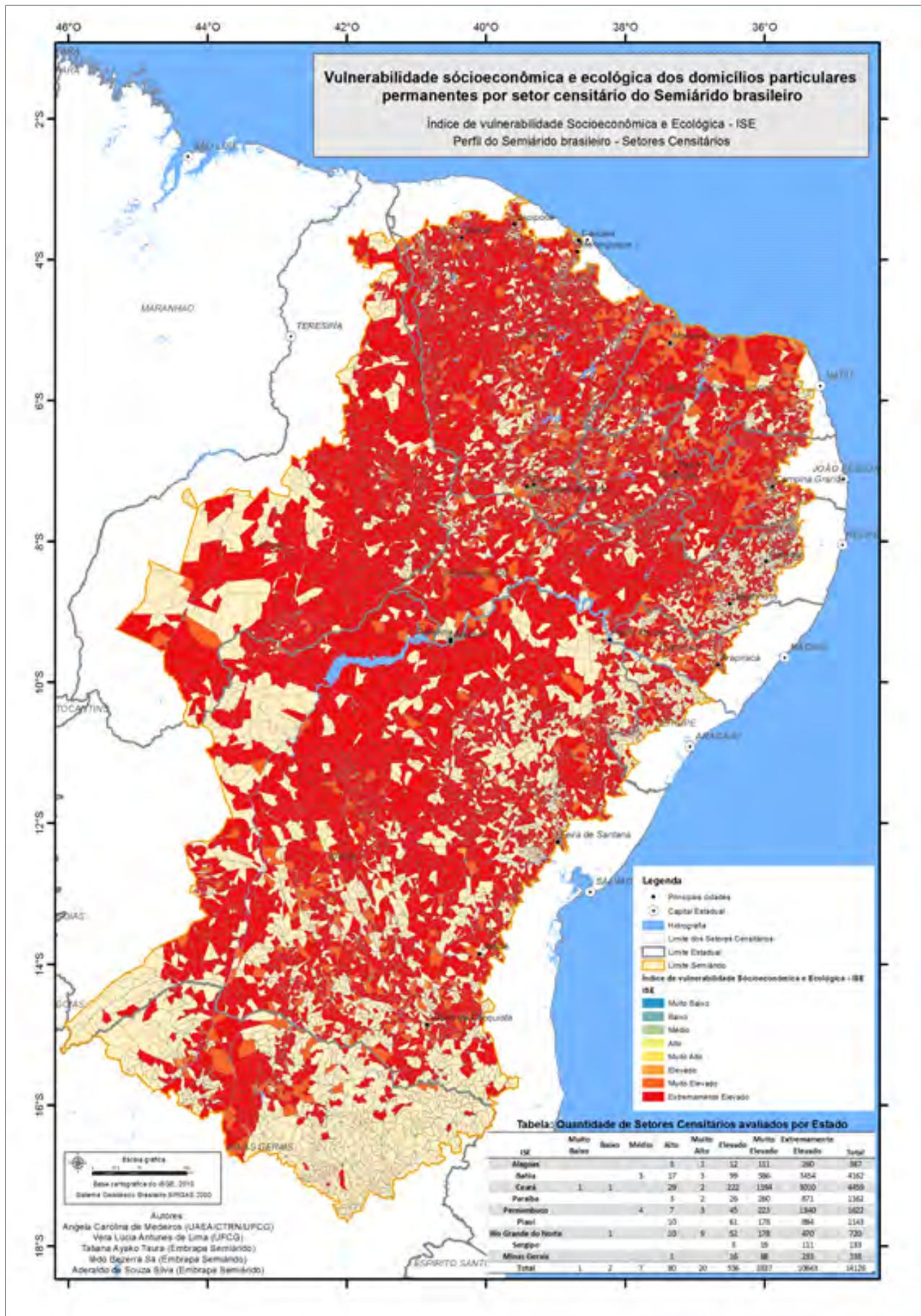
Geoespacialização de tecnologias sociais de Convivência com a Aridez por estabelecimento rural.

Geotecnologias/classe	Quantidade de Estabelecimentos Rurais	Porcentagem (%)
Barragem subterrânea, captação in situ e potencial de irrigação/Alto	135	0.30
Barragem subterrânea, captação in situ e potencial de irrigação/Baixo	3622	8.17
Barragem subterrânea, captação in situ e potencial de irrigação/Baixo a Médio	3064	6.91
Barragem subterrânea, irrigação de salvação e potencial de irrigação/Baixo	347	0.78
Captação in situ e potencial de irrigação/Alto	926	2.09
Captação in situ e potencial de irrigação/Baixo	6471	14.60
Captação in situ e potencial de irrigação/Baixo a Médio	3781	8.53
Captação in situ e potencial de irrigação/Médio	299	0.67
Captação in situ e potencial de irrigação/Médio a Alto	337	0.76
Captação in situ e potencial de irrigação/Médio a Baixo	1276	2.88
Captação in situ, irrigação de salvação e potencial de irrigação/Baixo	1083	2.44
Captação in situ, irrigação de salvação e potencial de irrigação/Médio a Alto	493	1.11
Espelho de água	19	0.04
Potencialidade de Agricultura Irrigada/Alta	1871	4.22
Potencialidade de Agricultura Irrigada/Baixa	4201	9.48
Potencialidade de Agricultura Irrigada/Baixa a Média	6262	14.13
Potencialidade de Agricultura Irrigada/Média	7285	16.43
Potencialidade de Agricultura Irrigada/Média a Alta	2212	4.99
Potencialidade de Agricultura Irrigada/Média a Baixa	14	0.03
Potencialidade de Agricultura Irrigada/Muito Alta	81	0.18
Potencialidade de Agricultura Irrigada/Muito Baixa	549	1.24
Sem Informação	3	0.01
<b>TOTAL</b>	<b>44331</b>	<b>100.00</b>

Nota: A representação espacial das geotecnologias descritas, por estabelecimento rural e setor censitário do IBGE 2010, encontra-se integrada em ambiente de banco de dados geoespaciais da Embrapa Semiárido.

Outros exemplos de utilização da geoespacialização tecnológica como ferramenta de apoio à formatação de políticas públicas em base a tecnologias sociais, são os mapas digitais referentes às localidades e aos setores censitários, que incluíram a criação do índice de risco de escassez de água e de vulnerabilidade socioeconômica e ecológica dos domicílios particulares permanentes por setor censitário do Semiárido brasileiro, apresentados em sequência nos Mapas 1 e 2. A partir do índice de desenvolvimento socioeconômico e ecológico, pode-se realizar o planejamento de estruturas hídricas voltadas para a captação, armazenamento e uso da água de chuva objetivando aumentar a disponibilidade hídrica desse espaço rural, marcado por secas severas recorrentes.













# Realização:



UNIECO  
Universidade  
Livre do Meio-Ambiente  
do Nordeste

# Apoio:



Academia Pernambucana  
de Ciência Agrônômica



MEMORIAL DA ENGENHARIA EM PERNAMBUCO



## A água de chuva como elemento do potencial hídrico

Dando curso a uma parceria vitoriosa, o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco (CREA-PE), Mútua de Assistência do Profissionais do Sistema Confea-CREA, Clube de Engenharia de Pernambuco, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e Distrito 4500 do Rotary International dão novo impulso à coleção 'Cadernos do Semiárido - Riquezas & Oportunidades' através da publicação deste volume - uma coletânea integralmente dedicada às águas de chuva como potencial para aumentar a disponibilidade hídrica no semiárido brasileiro.

Nesta perspectiva, a publicação deste 11º volume projeta a coleção 'Cadernos do Semiárido - Riquezas & Oportunidades' a um novo patamar de excelência, alcançando tema de importância fundamental, pois a baixa oferta de água doce é forte elemento restritivo à ocupação humana e ao desenvolvimento econômico da região semiárida brasileira – uma formidável área do nosso país.

A partir de artigos dos técnicos Aderaldo de Souza Silva, Daniela Ferraz Bacconi Campeche, Diana Signor Deon, Francisco Pinheiro Araújo, José Barbosa dos Anjos, José Maria Pinto, Luciano Cordoval de Barros, Lúcio Alberto Pereira, Luiza Teixeira de Lima Brito, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro e Roseli Freire de Melo, sob a coordenação do Eng. Agrônomo Flávio de França Souza, D.Sc. Genética e Melhoramento Vegetal e chefia geral do Eng. Agrônomo Pedro Carlos Gama da Silva, este volume dos 'Cadernos do Semiárido - Riquezas & Oportunidades' traz a experiência desenvolvida pela Embrapa, inclusive nos programas 'Um milhão de Cisternas' (P1MC) e 'Uma Terra, Duas Águas' (P1+2), sobre a água de chuva como elemento capaz de aumentar a disponibilidade hídrica na região semiárida brasileira, oferecendo alternativa para o consumo e produção agrícola da região. Assim, da mesma forma como os volumes anteriores da Coleção, confirmando o valor social da iniciativa idealizada pelo companheiro Mário de Oliveira Antonino, presidente da Academia Pernambucana de Engenharia, este volume amplia o instrumental colocado à disposição de estudiosos e formuladores de projetos econômicos para a região.

Nunca é demais lembrar que, com jurisdição nos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte - extensa área espalhada pela região semiárida do Nordeste - e sempre com o olhar voltado para o ideal de servir, o Distrito 4500 do Rotary International reafirma o seu entusiasmo com a coleção 'Cadernos do Semiárido - Riquezas & Oportunidades' e considera a publicação deste volume sobre o potencial da água de chuva para aumentar a disponibilidade hídrica da região como belo instrumento de auxílio para a formulação de programas de fomento econômico e, nesta perspectiva, de promoção do bem estar comum.



**ONEIDE BESSA**  
Governadora do Distrito 4500 – Ano 2018/19 do Rotary International

