



“ÁGUA DE CHUVA: PESQUISAS, POLÍTICAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL”

BELO HORIZONTE – MG, DE 09 A 12 DE JULHO DE 2007

Água de chuva para consumo humano e produção de alimentos

Luiza Teixeira de Lima Brito¹
Aderaldo de Souza Silva²

1. Introdução

Estudos realizados por diversos órgãos internacionais e nacionais confirmam que diversos países vêm enfrentando uma severa crise de água, tanto para o consumo de sua população como para o desenvolvimento social e tecnológico. Esta crise tem forte relação com a falta de uma gestão integrada dos recursos hídricos e torna-se mais grave, por um lado, devido ao crescente aumento populacional, ao aumento da poluição da água, ao consumo excessivo; por outro, a falta generalizada de políticas que orientem o reuso e a redução de desperdícios em diferentes escalas. Mudar esta situação é um dos maiores desafios que a humanidade enfrenta -, tentativas têm sido e estão sendo feitas.

No século vinte a população mundial aumentou mais de três vezes, enquanto o consumo de água aumentou nove vezes, aproximadamente. Estudos apontam que atualmente mais de um bilhão de pessoas não tem acesso à água potável e igual número não tem acesso a serviços de saneamento básico. Segundo Barlow e Clarke (2003), estima-se que em um horizonte de 25 anos até 2/3 da população estará vivendo com severa escassez de água doce. Afirmam ainda que “esta é a guerra invisível da água”, que além de ser responsável pela degradação ambiental, compromete também à saúde humana, pela falta de tratamento adequado da água, sendo as pessoas, principalmente crianças, vítimas de diarreia, cólera e esquistossomose, entre outras doenças.

De acordo com Brown et al., (2000), o mundo ao se defrontar com a escassez de água também enfrentará a escassez de alimentos, uma vez que são necessárias, em média, *1000 toneladas de água para produzir uma tonelada de grãos*, ou seja, uma relação 1000:1; portanto, a competição pela água, provavelmente ocorrerá nos mercados mundiais de alimentos.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) por meio da Resolução N^o. 357, de 17 de março de 2005 (Brasil, 2005), dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes

¹ Eng. Agrícola, Dr. Pesquisadora da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE. 56300-970. Fone: (087) 3862-1711, e-mail: luizatlb@cpatsa.embrapa.br

² Eng. Agrônomo, Dr. Pesquisador da Embrapa Semi-Árido. e-mail: aderaldo@cpatsa.embrapa.br

ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelecem as condições e padrões de lançamento de efluentes e classifica as águas quanto ao teor de sais como: água doce: águas com salinidade igual ou inferior a 0,50 ‰, água salobra: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ e 30 ‰, e água salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.

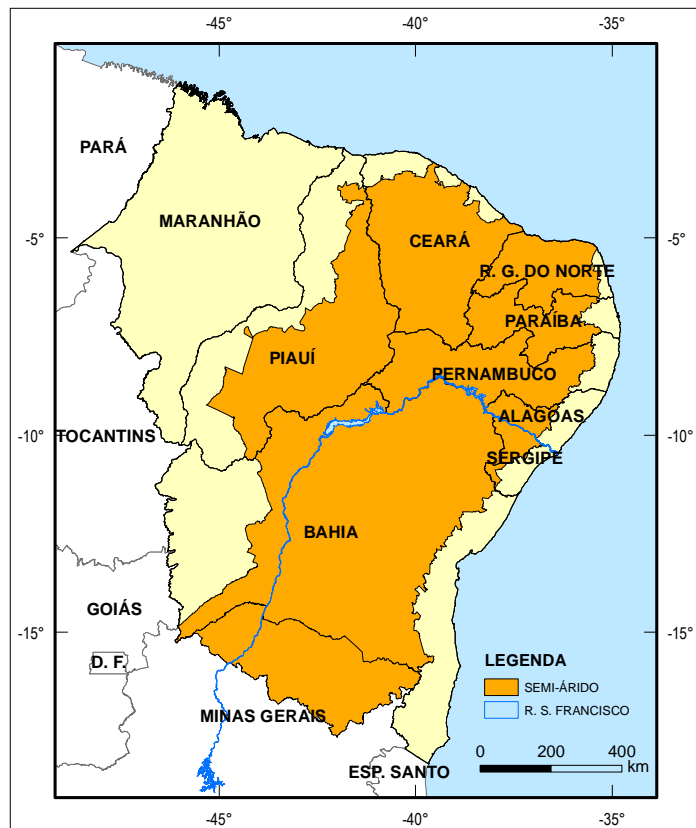
Não se deve confundir "água doce" com "água potável". Padrões de potabilidade da água variam em função do uso. A Portaria Nº. 518, de 25 de março de 2004 (Brasil, 2004) estabelece os padrões de potabilidade da água para o consumo humano.

1.1 A água no Brasil e no Semi-Árido

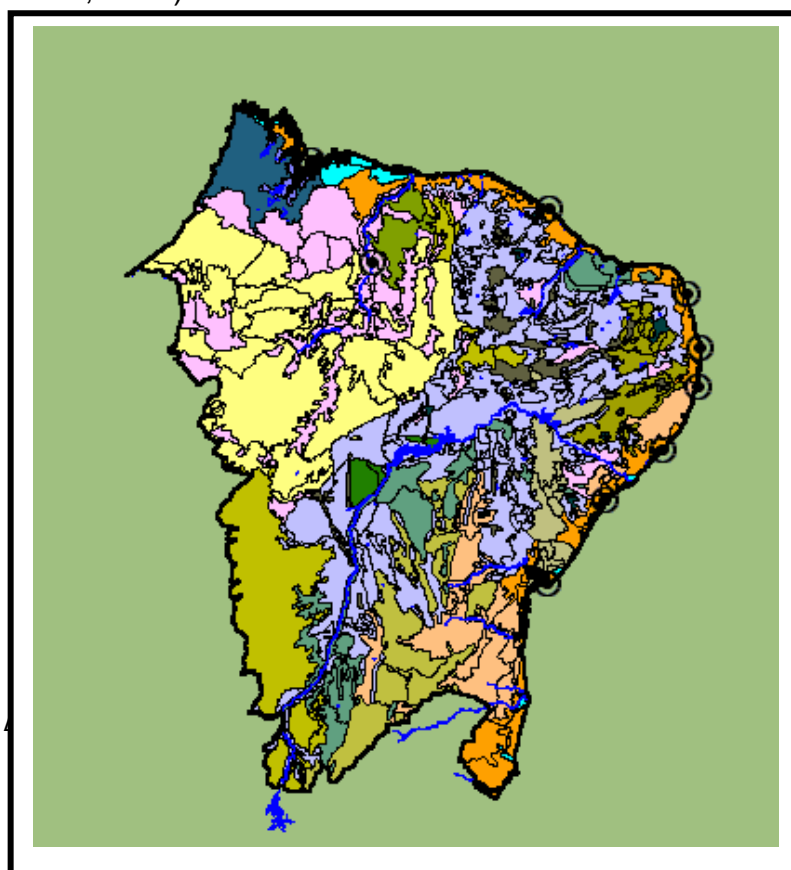
O Brasil está incluído entre os países de maior reserva de água doce, porém, por conta de suas dimensões geográficas e diversidade climática, algumas regiões sofrem problemas graves de escassez de água, como o Semi-Árido nordestino. Recentemente, grandes metrópoles como Fortaleza (CE), Campina Grande (PB), Recife e Caruaru (PE), têm passado por problemas de racionamento constante de água. Do total de água existente no país, apenas 3% encontra-se na região Nordeste, sendo que 63% estão localizados na bacia hidrográfica do rio São Francisco.

O Semi-Árido brasileiro ocupa 67% da região Nordeste, com área de 969.589,4 km², se estendendo do estado do Piauí ao Norte de Minas Gerais, perfazendo 1.133 municípios. Sua delimitação tem por base três critérios técnicos, os quais foram aplicados consistentemente a todos os municípios que pertencem à área da Sudene, incluindo os municípios do norte de Minas Gerais e do Espírito Santo (Brasil, 2005).

- Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm;
- Índice de aridez de até 0,5, calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e
- Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.



Trata-se de uma região caracterizada por uma grande diversidade de quadros naturais e socioeconômicos. A compreensão sobre a diversidade do Semi-Árido, no que se refere aos seus recursos naturais e agrossocioeconômicos, tem sido objeto de estudos da Embrapa, que identificaram 172 unidades geoambientais na região Nordeste, das quais 110 estão inseridas no Semi-Árido (Silva et al., 2000).



Dentro dessa diversidade, o crescente número de experiências organizacionais desenvolvidas em torno da agricultura familiar, vem superando a vulnerabilidade desses agroecossistemas, diante das secas e constituindo alternativas econômicas sustentáveis.

A principal característica desta região é a irregularidade do regime de precipitação, tanto no tempo, como no espaço, cujas precipitações pluviométricas ocorrem em até quatro meses em diversos municípios. Segundo Porto et al., (1983) apenas três em cada dez anos são considerados normais quanto à distribuição das precipitações.

Associada à escassez de água em consequência da irregularidade das chuvas, as altas taxas evapotranspirométricas contribuem para reduzir a disponibilidade hídrica e favorecer a concentração de solutos nas fontes hídricas superficiais degradando a qualidade das águas, por meio da eutrofização, salinização e concentração de compostos não permissíveis para alguns usos considerados nobres que exigem rigoroso controle da qualidade. No que se refere às fontes subterrâneas, dado ao predomínio das rochas cristalinas, os sistemas aquíferos são do tipo fissural e apresentam vazões inferiores a $3 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, teores de sólidos dissolvidos totais, em média, 3 g L^{-1} , com predominância de cloretos (Leal, 1999).

Este quadro de incertezas quanto à disponibilidade e à qualidade das águas gera insegurança na tomada de decisão de políticas de desenvolvimento agropecuário e sócio-econômico para a região, necessitando, portando, de medidas de planejamento e gestão dos recursos hídricos disponíveis visando atender à demanda da população de forma permanente.

Braga et al. (1999) afirmam que para um planejamento e gestão dos recursos hídricos em bases sustentáveis, são fundamentais informações referentes à caracterização física dos sistemas hídricos. A gestão das águas tem base na legislação vigente, destacando-se a Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil 1997), que contempla a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) recém-lançado (Brasil, 2006), como instrumento de gestão, definido para fundamentar e orientar a implementação dessa política, e tem por objetivo geral:

estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em qualidade e quantidade, gerenciando as demandas e considerando a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

O PNRH contempla como conteúdo mínimo, um diagnóstico atual, um balanço hídrico contemplando os aspectos de qualidade e quantidade, entre disponibilidades e demandas atual e futura, a identificação de conflitos potenciais e proposição de medidas para o aumento da oferta hídrica.

Prover meios de melhor convivência do homem com o déficit de chuvas e sua irregularidade no Semi-Árido brasileiro, diferentes ações estratégicas foram implementadas ao longo de muitos anos, entre estes: projeto nordeste, projeto sertanejo, áridas, etc. Estes foram implementados, de forma isolada ou integradas a programas de governo em nível federal, estadual e municipal ou por meio de políticas públicas, como o PNRH.

O PRNH enfatiza a necessidade e valoriza a captação de água de chuva como uma das alternativas para amenizar os efeitos de sua irregularidade, principalmente em áreas com recursos hídricos limitados. Ressalta, ainda, que o Programa Um Milhão de Cisternas P1MC (Brasil, 2006), conta atualmente com mais de 200 mil cisternas construídas em todo semi-árido brasileiro, beneficiando um milhão de pessoas, aproximadamente. Importante ressaltar que nessa área, a água para o consumo humano é essencial, mas, também é essencial a água para reduzir riscos da produção, seja agrícola, e, ou pecuária, como preconiza o P1+2, que significa “uma terra” para produzir e “duas” fontes de água, sendo uma para o consumo humano, ofertada pelo P1MC e a outra para produção de alimentos.

O PNRH descreve que a água da chuva pode ser captada de telhados, do chão e do solo, armazenada e, ou infiltrada de forma segura, tratada conforme requerido pelo uso final e utilizada no seu potencial pleno, substituindo ou suplementando outras fontes atualmente usadas, antes de ser finalmente dispensada. Nesse sentido, quer seja para o armazenamento e o consumo, quer seja para redução dos impactos negativos, que podem ser causados a jusante pelo escoamento, a adoção de práticas e tecnologias de manejo de água de chuvas nas zonas urbanas, tais como a instalação de sistemas de captação nas edificações e o aumento da cobertura vegetal, devem ser intensificadas.

Estudos desenvolvidos na Embrapa Semi-Árido apontam que apenas três em cada dez anos são considerados normais quanto à distribuição das precipitações, mesmo assim, com poucas chances de obtenção de sucesso nas colheitas agrícolas. Para a cultura do milho, as chances de sucesso são de apenas 10% (Porto et. al. 1983). Este quadro de incertezas quanto à disponibilidade e à qualidade das águas gera insegurança na tomada de

decisão de políticas de desenvolvimento agropecuário e sócio-econômico para a região, necessitando, portanto, de medidas de planejamento e gestão sustentáveis da água visando atender à demanda da população de forma permanente.

2. Tecnologias para captação de água de chuva

A Embrapa Semi-Árido vem trabalhando desde sua criação, em 1975, no sentido de aumentar oferta de água no Semi-Árido brasileiro, de forma a tornar as tecnologias mais acessíveis ao seu público-alvo – os pequenos produtores das áreas secas, e assim, reduzir os efeitos das diversidades ambientais e sócio-econômicas. Para suprir a deficiência de água para diferentes usos no meio rural, como consumo humano, animal e produção agrícola, diferentes alternativas tecnológicas têm sido desenvolvidas e/ou adaptadas às condições, visando o armazenamento e uso das águas de chuva. Entre elas, podem-se citar:

2.1. Cisterna - Para aumentar a disponibilidade e melhorar a qualidade das águas para consumo humano no meio rural, a Embrapa Semi-Árido adaptou diferentes modelos de cisternas, principalmente preocupada em aumentar a área de captação de água de chuva para aquelas famílias cujos telhados das residências apresentavam tamanho limitado para as condições das precipitações pluviométricas ocorrentes, como mostrado na figura, uma cisterna construída em 1982 (Silva e Porto, 1982). Neste sentido, a área de captação da água de chuva passou a ser o próprio solo revestido com diferentes materiais. Atualmente este modelo é utilizado no P1MC como cisterna calçadão.



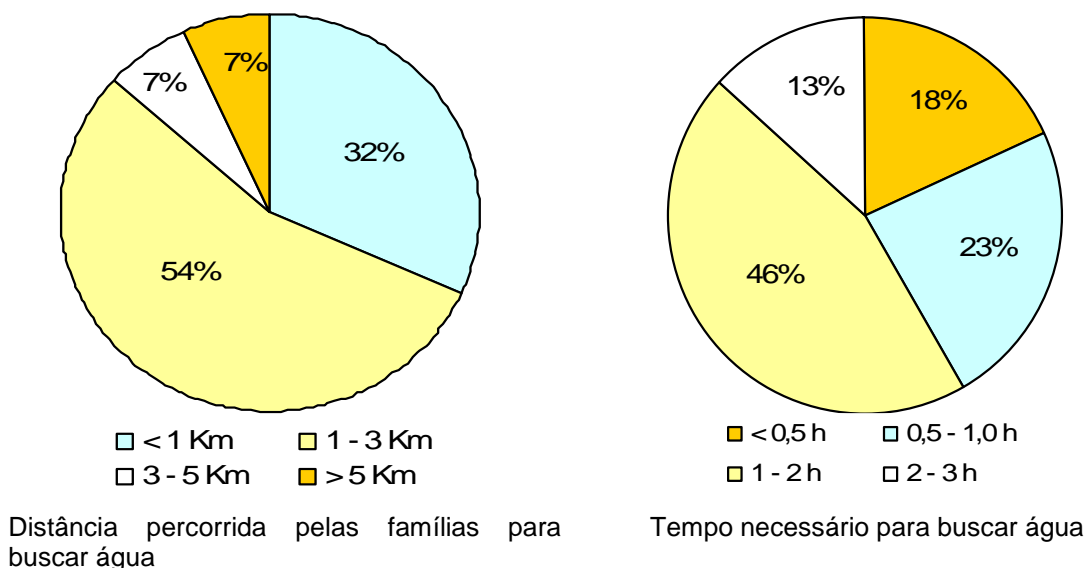
Cisterna com área de captação no solo revestido com lona plástica e brita, construída em 1982.



Cisterna tipo calçadão, com a área de captação no solo (Farias Júnior et al. 2003)

Antes do P1MC muitas famílias do Semi-Árido eram atendidas por meio de carros-pipa ou iam buscar água a longas distâncias, de até 3 km, em média, despendendo, uma a duas horas por dia (Brito et al. 2005). Em ambas as

situações, a água não apresenta garantia em quantidade, qualidade e permanência.



A quantidade de água que uma pessoa precisa para beber e realizar suas atividades básicas - cozinhar e higiene mínima, como lavar o rosto - é de 14 litros por dia (Silva et al., 1984), representada na equação abaixo pelo *consumo* da família ou das pessoas que utilizam a água da cisterna para beber. Assim, para dimensionar a água da família, devemos saber o *número* total de pessoas que irá utilizar a água da cisterna, bem como o período sem chuvas de cada região. No dimensionamento de uma estrutura hídrica, deve-se considerar os “eventos críticos”, um dos quais, no caso da cisterna, é o período máximo que não chove na região, mas no qual as famílias continuam necessitando de água para a sua manutenção.

No dimensionamento da área de captação (A_c), além do volume (V) de água a ser armazenado na cisterna para atender às necessidades das famílias, é preciso conhecer, também, a precipitação (P) que ocorre no município e a eficiência do escoamento superficial da água.

Geralmente, no Semi-Árido brasileiro, apenas 3 em cada 10 anos são considerados normais quanto às precipitações pluviométricas. Daí a importância de se considerar essa variável no dimensionamento de estruturas hídricas. Logo, municípios com maiores valores de precipitações necessitarão de menores áreas de captação para um mesmo volume de água a ser armazenado.

Para melhor compreensão dessa discussão consideraremos dois municípios com valores de precipitações extremos: Casa Nova e Teofilândia, ambos na Bahia. Para a maior garantia de água nos anos de poucas chuvas, os sistemas de captação de água de chuva devem ser dimensionados tendo como base a precipitação média dos anos mais secos. Isto corresponde ao valor da precipitação calculado a P_{25}° percentil (mm), aproximadamente.

Em diferentes pesquisas realizadas pela Embrapa Semi-Árido, também foram identificados riscos de contaminação das águas armazenada nas cisternas dada à presença de coliformes fecais e totais na maioria das cisternas. Diante disto, há necessidade de capacitação dessas famílias com relação ao manejo adequado da água, visando reduzir os riscos de contaminação. Para reduzir os riscos de contaminação, as famílias não devem ter contato direto com a água da cisterna, para isto, é essencial que todas as cisternas tenham bomba manual e que a água seja tratada; a cisterna deve ser bem lavada e desinfetada antes do período das chuvas; deve-se desviar as primeiras águas das chuvas; manter a área circunvizinha à cisterna sempre limpa; deve ter cerca para evitar acidentes (crianças e animais); deve permanecer sempre tampada; não deve apresentar vazamentos, que podem se constituir em contaminação, entre outros cuidados.

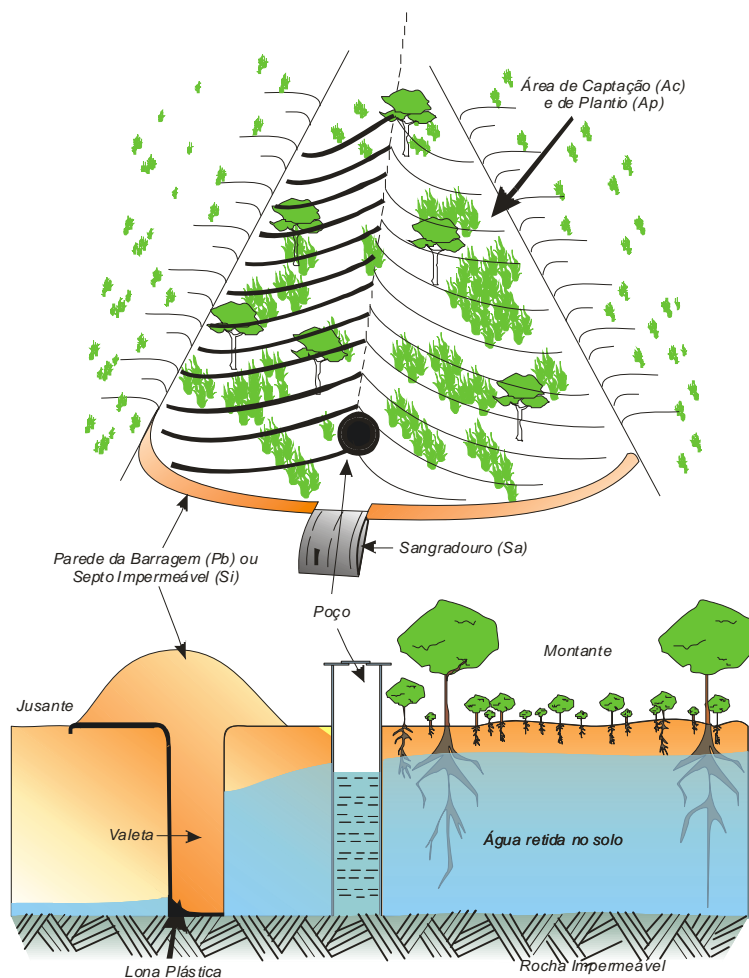
Comparação entre os municípios de Casa Nova e Teofilândia (BA)

Estado	Município	Comunidade	No. cisternas
BA	CASA NOVA	LAGO	59
Precipitação média (mm)			
Série (anos)			22
Anos secos			5
Quantidade dias sem chuvas por ano			240
Pmédia anual (mm)			384,95
Pmédia anual período seco: 25% (mm)			282,93
Pmédia anual normal: 50% (mm)			348,85
Pmédia anual úmido: 75% (mm)			456,40
Necessidade de água			
No. pessoas/família	Médio		4,59
	Máximo		11,00
	Mínimo		1,00
Vol. Atual Cisterna (m3)			16,00
Atendimento atual de famílias			34(56,67%)
Volume água nec./família (m3)	Médio		15,23
	Máximo		36,96
	Mínimo		3,36
Area captação (Ac)			
Varição da Ac atual: (m2)	Médio		76,23
	Máximo		205,02
	Mínimo		26,68
Ac mínima necessária:Ps (m2)			80,80
AC atual com 2 calhas			52(86,7%)
Ac atual (Ps) atende famílias			20(33,3%)
Ac em função Vol nec.:Ps (m2)	Médio		76,92
	Máximo		186,64
	Mínimo		16,97
Estado	Município	Comunidade	No. cisternas
BA	TEOFILÂNDIA	PEDRA GRANDE	43
Precipitação média (mm)			
Série (anos)			18
Anos secos			11
Quantidade dias sem chuvas por ano			240
Pmédia anual (mm)			1.564,35
Pmédia anual período seco: 25% (mm)			1.316,00
Pmédia anual normal: 50% (mm)			1.595,30
Pmédia anual úmido: 75% (mm)			1.737,45
Necessidade de água			
No. pessoas/família	Médio		6,84
	Máximo		13,00
	Mínimo		2,00
Vol. Atual Cisterna (m3)			16,00
Atendimento atual de famílias			8(18,6%)
Volume água nec./família (m3)	Médio		22,97
	Máximo		43,68
	Mínimo		6,72
Area captação (Ac)			
Varição da Ac atual: (m2)	Médio		43,36
	Máximo		109,20
	Mínimo		14,52
Ac mínima necessária:Ps (m2)			17,37
AC atual com 2 calhas			34(79%)
Ac atual (Ps) atende famílias			37(86,0%)
Cisternas com 2 calhas em todas AC			37(86,0%)
Ac em função Vol nec.:Ps (m2)	Médio		25,17
	Máximo		47,42
	Mínimo		7,29

2.2. Barragem subterrânea - é uma alternativa tecnológica para o aproveitamento das águas de chuva, evitando-se que escoem na superfície do solo, onde podem causar erosão, além de não poderem ser utilizadas posteriormente. As águas são armazenadas no perfil do solo, de forma a permitir a criação ou a elevação do lençol freático existente, possibilitando a

exploração de uma agricultura de vazante, prática comum na região, ou uma subirrigação. Os custos de implantação variam em função de fatores como comprimento da parede, material utilizado, profundidade da camada impermeável, disponibilidade de mão-de-obra na família, conforme figura abaixo.

No início dos anos 80, a Embrapa Semi-Árido retomou esses trabalhos, introduzindo novos materiais na construção da parede da barragem, também conhecida como septo impermeável e introduzindo novas espécies de culturas anuais, como milho, feijão, sorgo e espécies frutícolas, como manga, goiaba, acerola e limão.



A barragem subterrânea é uma tecnologia simples, porém requer um manejo adequado para sua operação e manutenção (Brito et al, 1999).



As barragens não devem ser locadas em áreas cujos solos apresentam riscos de salinização. Nestas condições e quando possível, recomenda-se a construção de poço amazonas, como mostrado na figura ou cacimbas à montante da barragem subterrânea, o que permite a renovação da água, a utilização para consumo humano e de pequenas criações, permite também bombear água para irrigar outras áreas da propriedade.



2.3. Sistemas de captação in situ - o método tradicional de cultivo, que consiste da semeadura em covas, é capaz de armazenar certa quantidade de água de chuva e é um sistema aparentemente pouco agressivo ao ambiente, mas como o solo não foi preparado (arado) antes, sua superfície apresenta-se ligeiramente compactada, dificultando a infiltração da água no solo e facilitando o escoamento superficial, que contribui para o processo erosivo. Portanto, técnicas de preparo do solo, como a captação in situ, são as mais recomendáveis, uma vez que além de aumentar a disponibilidade de água, conserva o solo e os fertilizantes no próprio local de plantio.

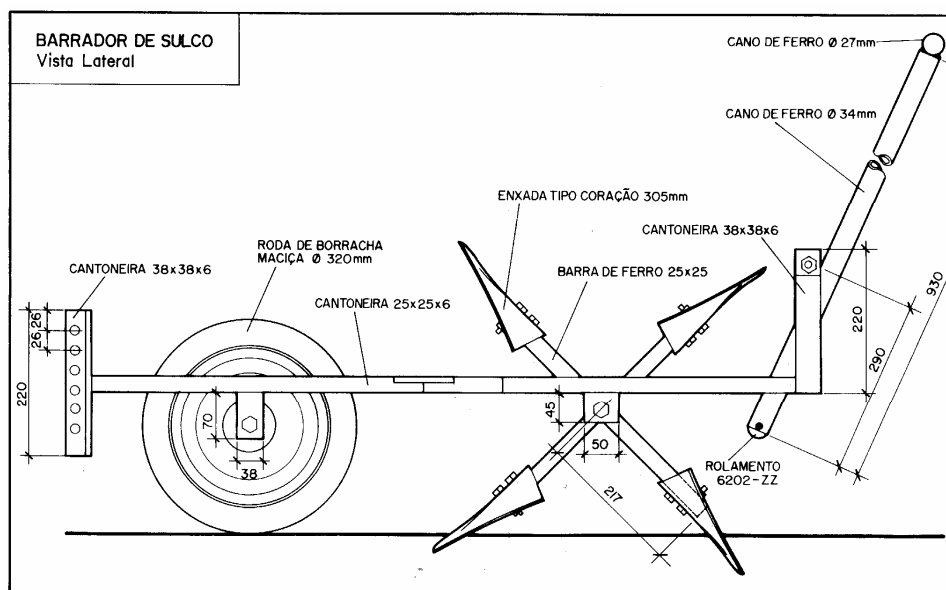
A captação de água de chuva in situ é uma técnica simples e apresenta baixos custos de implantação. No entanto, estes custos são muito variáveis e dependem, principalmente, do equipamento, seja a tração animal ou mecânica, como também do método utilizado.

Existem vários métodos de captação de água de chuva in situ, tanto usando tração mecânica quanto animal. Entre eles:

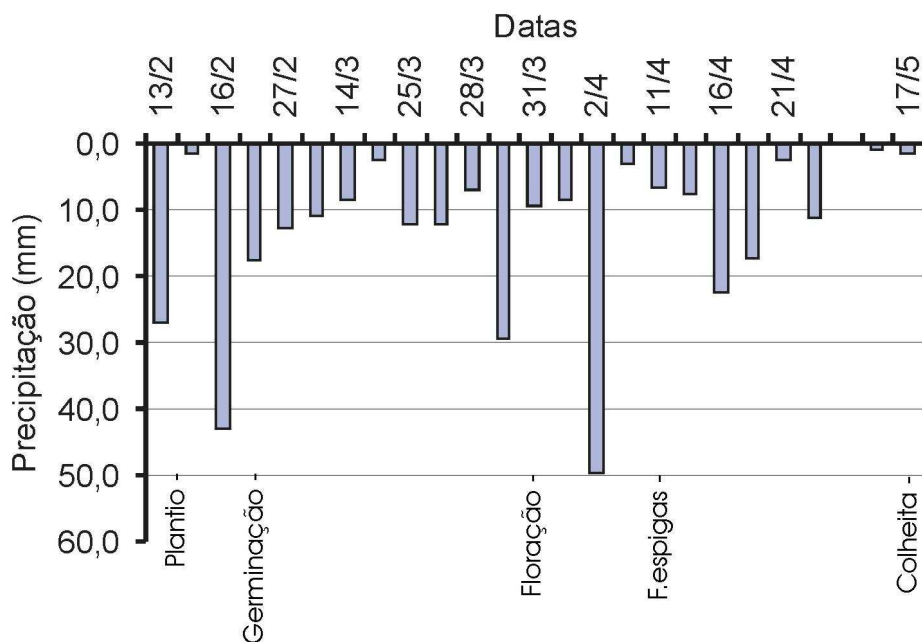
- Aração e Plantio no Plano: aração total da área e semeadura no plano - forma pequenas ondulações no perfil do solo. Este sistema consiste da utilização de arados a tração animal ou a tração motora;
- Guimarães Duque: consiste na formação de sulcos, seguidos por camalhões altos e largos, formados por meio de cortes efetuados no solo em curva de nível, usando um arado de disco reversível com 3 discos. Para confecção dos sulcos, recomenda-se retirar o disco que fica mais próximo dos pneus traseiros do trator.
- Sulco Barrado: consiste de uma aração e sulcamento do solo com 0,75m de distância entre sulcos, seguido da operação de barramento, que são pequenas barreiras que têm por finalidade impedir o escoamento da água de chuva.



Para isto, foi desenvolvido um barrador de sulco traçado por um só animal, viabilizando a adoção da tecnologia pelos pequenos agricultores, como mostra a figura abaixo.



Trabalho realizado no campo experimental da Embrapa Semi-Árido em 2006, utilizando diferentes métodos de captação de água de chuva, com a cultura do milho, variedade catingueiro, e com apenas 322,0 mm de chuva, distribuídos de forma irregular, o sistema de sulco barrado proporcionou menores perdas de solo e água e maiores produtividade da cultura (Brito et al. 2007).



Produtividade da cultura do milho sob diferentes métodos de preparo de solo

Tratamentos	Altura ¹ (m)	Diâmetro basal (m)	Nº. de espigas	Matéria seca (kg.ha ⁻¹)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)
G. Duque	1,42a	0,95a	1,03a	306,0c	322,0c
Aração profunda	1,55a	1,14a	1,01a	346,0b	362,0b
Aração parcial	1,51a	1,04a	1,03a	376,0b	370,0b
Sulco barrado	1,52a	0,98a	1,01a	482,0a	606,0a
Solo plano	1,21b	0,71b	1,0a	190,0d	302,0d
Média	1,44	0,96	1,02	340,0	392,4
C.V. (%)	4,08	9,54	4,65	566,67	654,0

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste de t.

2.4. Irrigação de salvação - no semi-árido brasileiro o plantio ocorre após as primeiras chuvas e é muito comum a ocorrência de veranicos, isto é, períodos de 20 a 30 dias sem novas chuvas, o que compromete seriamente as culturas na primeira fase de seu desenvolvimento. Daí, a necessidade da aplicação de lâminas de água para atender às necessidades básicas nessa e nas demais fases em que as culturas mais necessitam de água. O barreiro para uso da irrigação de salvação tem a finalidade de suprir de água as culturas nesses veranicos.

- O barreiro constitui-se de uma pequena barragem de terra, formada por uma área de captação, um tanque de armazenamento e uma área de plantio. A água é aplicada por gravidade na área irrigada.



Em anos normais de precipitações pluviométricas essa tecnologia pode permitir a exploração de dois ciclos de cultura, sendo o primeiro de forma tradicional, isto é, com a cultura sendo explorada com a água da chuva, e o segundo, utilizando-se a água que fica armazenada no reservatório para irrigação.

Finalmente, o ambiente semi-árido do Nordeste brasileiro é diversificado nos seus recursos naturais e complexo na convivência do homem com o seu clima seco e quente, constituindo-se, por um lado, num fator limitante para a produção agropecuária dependente de chuvas, por outro, favorável à agricultura de exportação.

3. Referências Bibliográficas

BARLOW, B.; CLARKE, T. **Ouro Azul**. São Paulo: Makron Books. 2003. 331 p.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras: USP/ABC, 1999. cap.19. p, 637-649.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N^o. 357, de 17 de março de 2005. Brasília, DF: SEMA. 23 p. 2005. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2006.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Ministério do Meio Ambiente. Ministério da Ciência e Tecnologia. Portaria Interministerial n^o 1, de 09 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 mar. 2005. Seção 1, p. 41.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional dos Recursos Hídricos**. Brasília, DF, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Lei n^o 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Brasília, DF, 1997. p. 35.

Brasil, Ministério da Saúde. **Portaria N^o. 518, de 25 de março de 2004**. Diário Oficial, Brasília, 26 de março de 2004. Seção 1, p. 266.

BRITO, L. T. de L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. de S.; SILVA, M. S. L. da; HERMES, L. C.; MARTINS, S. S. Avaliação das características físico-químicas e bacteriológicas das águas de cisternas da comunidade de Atalho, Petrolina-PE. IN: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 5. 2005, Teresina. **Anais...** Teresina: ABCMAC. 2005. CD-ROM.

BRITO, L. T. de L.; ANJOS, J. B. Dos; CAVALCANTI, N. de B.; SILVA, A. de S.; LEITE, W. de M. Influência do preparo do solo na produtividade do milho (*Zea mays* L) no semi-árido brasileiro. IN: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 6. 2007. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABCMAC. 2007. CD-room. A ser realizado em 09-12 de julho de 2007.

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

BROWN, L.; FLAVIN, C.; FRENCH, H. **Estado mundo 2000**. Tradução. H. Mallett. Salvador: UMA Editora, 2000. 288 p.

FARIAS JÚNIOR, M.; JALFIM, F.; PAIVA, I.; ELIEZER NETO, J.; MONTEIRO NETO, L.; CAVALCANTI, A.; RIBEIRO, O.; BUSTAMANTE, Y.; LIMA, M. Convivendo com o semi-árido: construção de cisterna calçadão. Recife, PE: Programa de Apoio à Agricultura Familiar-PAAF, 2003. 28 p. il. (Série Compartilhando Experiências, 3).

LEAL, A. de S. As águas subterrâneas no Brasil: ocorrências, disponibilidade e usos. In: FREITAS, M. A. V. de. (Ed.). **O estado das águas no Brasil**: perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos. Brasília, DF: ANEEL-SRH/MME/MMA-SRH/OMM, 1999. p. 139-164. il.

PORTO, E. R.; GARAGORRY, F. L.; SILVA, A. de S.; MOITA, A. W. **Risco climático**: estimativa de sucesso da agricultura dependente de chuva para diferentes épocas de plantio I. Cultivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1983. 129 p. (EMBRAPA-CPATSA Documentos, 23).

SILVA, A. DE S.; PORTO, E. R.; BRITO, L. T. DE L.; GOMES, P. C. F. Captação e conservação de água de chuva para consumo humano: cisternas rurais II; dimensionamento, construção e manejo. Petrolina, PE: Embrapa-Cpatsa, 1984. (Embrapa-Cpatsa. Circular técnica, 12).

SILVA, F. B. R. e; SANTOS, J. C. P. dos; SOUZA NETO, N. C. de; SILVA, A. B. da; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; CORREIA, R. C.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, F. H. B. B. da; SOUZA, L. de G. M. C.; SILVA, C. P. da; LEITE, A. P.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. **Zoneamento agroecológico do Nordeste do Brasil**: diagnóstico e prognóstico. Recife: Embrapa Solos-Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste-ERP/NE; Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2000. (Embrapa Solos. Documentos, 14) 1 CD-ROM.

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