

# EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA EM BARRAGEM SUBTERRÂNEA<sup>1</sup>

MARIA SONIA LOPES DA SILVA, PAULO ROBERTO COELHO LOPES, JOSÉ BARBOSA DOS ANJOS<sup>2</sup>, ADERALDO DE SOUZA SILVA<sup>3</sup>, LUIZA TEIXEIRA DE LIMA BRITO<sup>4</sup> e EVERALDO ROCHA PORTO<sup>5</sup>

**RESUMO** - A barragem subterrânea é uma alternativa, em recursos hídricos, para armazenar água de chuva no perfil do solo, que permite sua utilização em cultivos por meio da técnica de agricultura de vazante e/ou subirrigação. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de acompanhar a exploração de culturas anuais e perenes em barragens subterrâneas, verificar o comportamento das características físicas do solo da área de plantio e determinar a condutividade da água armazenada no reservatório de cada barragem subterrânea. Na Estação Experimental de Manejo da Caatinga, do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), município de Petrolina, PE, foram construídas, em 1982, quatro barragens subterrâneas, onde foram exploradas culturas anuais, tais como milho, feijão caupi e sorgo. A partir de 1987, foram introduzidas culturas perenes, tais como: manga, graviola, limão, goiaba e acerola. Os dados obtidos, após oito anos de implantação, indicam que: 1. as barragens subterrâneas apresentam baixo risco de salinização; 2. há acréscimo nos teores de argila no solo devido à sedimentação; e 3. não há variação da densidade do solo. As produtividades de 3.000, 2.000, 3.000, 2.000, 800 e 578 kg/ha, respectivamente, de manga, graviola, limão, goiaba, acerola e feijão caupi, aliadas ao baixo custo e fácil manejo, credenciam-nas como uma alternativa viável para exploração de culturas em regiões semi-áridas.

Termos para indexação: captação de água, salinização, manga, graviola, limão, goiaba, caupi, semi-árido.

## AGRICULTURAL EXPLORATION ON UNDERGROUND DAMS

**ABSTRACT** - Underground dams are a water resource alternative for storage of rain water on the soil profile, allowing its use through receding agriculture and/or subirrigation. The objective of this study was to evaluate the physical characteristics of the soil and electrical conductivity of the water stored in the reservoir of each dam after eight years of management, the production of fruits and cowpeas, and the costs of dams and crops. In 1982, four underground dams were constructed where maize, cowpeas and sorghum were cropped, at the Experimental Station of Embrapa-CPATSA, Petrolina, PE, Brazil. In 1987, perennial crops were introduced: mango, soursop, lemon, guava and acerola. After eight years of underground dams management, the data showed low risk of salinity, increased clay content on soil due to sedimentation and no density variation. The yields of 3,000, 2,000, 3,000, 2,000, 800 and 578 kg/ha, respectively, of mango, soursop, lemon, guava, acerola and cowpeas, associated with low cost and easy management of dams recommend them as a viable alternative for crop production in semi-arid regions.

Index terms: water harvesting, salinity, mango, soursop, lemon, guava, cowpeas, semi-arid region.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 7 de agosto de 1997.

<sup>2</sup> Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), Caixa Postal 23, CEP 56300-000 Petrolina, PE. E-mail: ainfo@cpatsa.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa do Meio Ambiente (CNPMA), Caixa Postal 69, CEP 13820-000 Jaguariúna, SP. E-mail: ainfo@cnpma.embrapa.br

<sup>4</sup> Eng<sup>a</sup>. Agríc., M.Sc., Embrapa-CPATSA.

<sup>5</sup> Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-CPATSA.

## INTRODUÇÃO

O risco da agricultura dependente de chuva, e a falta de água para o consumo humano e para pequenas criações constitui a principal causa da baixa qualidade de vida do meio rural, principalmente nas zonas áridas e semi-áridas, que correspondem a 55% das terras em todo o mundo e a 13% do território nacional brasileiro (Silva et al., 1993). No Brasil, esses efeitos são mais intensos no meio rural da região Nordeste, onde a produção e a produtividade agrícola são limitadas pela irregularidade na distribuição espaço-temporal da chuva, considerada mais grave do que sua escassez propriamente dita (Silva & Rêgo Neto, 1992).

Estudos recentes, desenvolvidos em zonas semi-áridas enfatizam a necessidade de armazenar água, principalmente no subsolo, aproveitando as técnicas antigas usadas pelos pequenos agricultores e avaliadas e atualmente adaptadas para outras regiões ecológicas, visando o suprimento de água no meio rural (Silva & Porto, 1982). Na zona semi-árida do Nordeste do Brasil, a barragem subterrânea constitui uma alternativa de

captação de água para incrementar a produtividade agrícola da região e viabilizar a exploração em pequenas e médias propriedades rurais, principalmente nas que não dispõem de água para uso em irrigação convencional (Silva et al., 1995).

O armazenamento de água no perfil do solo ocorre graças à interceptação do fluxo superficial e subterrâneo de um aquífero pré-existente ou criado com a construção de uma parede, também conhecida como septo impermeável. Esta parede pode ser construída com argila compactada, alvenaria, concreto ou lona de plástico, dependendo das condições locais do produtor e da disponibilidade de materiais da região (Brito et al., 1989). As principais vantagens são: acumulação de água com reduzida evaporação, menor risco de salinização, quando bem manejada agricolamente, e a não-ocupação de áreas agricultáveis, normalmente cobertas com água nos reservatórios de acumulação superficial (Duque, 1980 & Brito et al., 1989).

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de acompanhar a exploração de culturas anuais e perenes em barragens subterrâneas, verificar o comportamento das características físicas do solo da área de plantio e determinar a condutividade da água armazenada no reservatório de cada barragem subterrânea.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram construídas quatro barragens subterrâneas em 1982, na Estação Experimental de Manejo da Caatinga da Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), no município de Petrolina, zona semi-árida do Estado de Pernambuco, em solo classificado como Podzólico Vermelho-Amarelo textura arenosa, com profundidade média de 1,0 m.

O sistema de captação e armazenamento de água através da barragem subterrânea, modelo CPATSA (Brito et al., 1989), consiste dos seguintes componentes: 1) área de captação, também considerada como área de plantio e de armazenamento, representada por uma pequena bacia hidrográfica delimitada por divisores de água topográfico e freático, e 2) parede da barragem ou septo impermeável, cuja função é impedir o fluxo de água superficial e subterrâneo, formando e/ou elevando o nível do lençol freático. Pode, também, conter um reservatório, cuja finalidade é armazenar o excedente de água da área de captação, por exemplo um poço tipo amazonas ou uma cisterna rural.

Para construir uma barragem subterrânea têm-se que selecionar a área em linhas de drenagem natural, conhecidas por córregos, de preferência solos aluviais com profundidade no máximo entre 3 a 4 m, textura média a grossa e declividade de até 5%. A qualidade da água do rio ou riacho é outro parâmetro importante a ser avaliado, principalmente quanto à salinização e vazão média anual, devendo-se sempre eliminar áreas com tendência à salinização e rios/riachos cuja vazão média possa comprometer a estrutura da barragem.

As barragens subterrâneas foram exploradas com culturas anuais, como: feijão caupi, milho e sorgo, mas a partir de 1987 foram implantadas, em 50% da área de cada barragem, culturas perenes, visando diversificar a produção agrícola na região do Semi-Árido brasileiro. A distribuição foi a seguinte: barragem I - manga, 0,36 ha; barragem II - graviola, 0,40 ha; barragem III - limão, 0,60 ha e barragem IV - goiaba, 0,10 ha e acerola 0,10 ha. O espaçamento adotado para exploração das fruteiras foi de 10 x 10 m, em virtude de se tratar de cultivos em sequeiro, onde a água é fator limitante, mesmo exploradas com barragem subterrânea.

A área de plantio de cada barragem foi preparada em curva de nível, antes de cada período chuvoso, e sulcada após as primeiras chuvas, com espaçamento de 0,75 m entre linhas, para ser explorada na forma de vazante, pelo método de Silva & Porto (1982). A semeadura de culturas anuais foi efetuada sobre os camalhões, utilizando-se semeadoras manuais (matraca) e espaçamento de 0,50 m entre covas, com três plantas, para a cultura do caupi.

No ano agrícola 91/92, com o objetivo de avaliar o desempenho da barragem quanto ao solo, foram feitas análises físicas da área de plantio e condutividade elétrica da água armazenada no reservatório de cada barragem, que foram confrontadas com as análises realizadas em 1983.

As características físicas do solo estudadas foram: textura, densidade do solo, e teores de umidade a -0,03 e -1,5 MPa, que foram determinadas pelos métodos descritos em Embrapa (1979).

Cada fruteira plantada foi etiquetada, visando-se obter a produção por unidade, em kg, e com base nesse dado, estimar a produtividade em kg/ha. Tratando-se de uma área de sequeiro, de baixa fertilidade, foi efetuada uma adubação orgânica com 3 litros (1,8 kg) de esterco de caprino antes do período chuvoso, e repetido anualmente, dada a sua rápida decomposição em virtude de altas temperaturas no solo. A água utilizada pelas culturas foi a armazenada no solo da barragem, ficando disponível à planta por um maior período de tempo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as características físicas do solo, determinadas em 1983 e 1991. Os resultados demonstram que após oito anos da construção das barragens houve pequeno acréscimo nos teores de argila, o

que era de se esperar, em face do transporte de materiais pelas enxurradas que, posteriormente, se sedimentam. A densidade do solo apresentou ligeiro decréscimo em todas as camadas, decorrente da incorporação dos restos culturais e pelo fato de se preparar o solo apenas uma vez ao ano, no período chuvoso. No que diz respeito à capacidade de campo (-0,03 MPa) e ao ponto de murcha permanente (-1,5 MPa), percebe-se que não houve grande variação, já que os teores de argila sofreram pequenas alterações.

**TABELA 1. Características físicas do solo da bacia hidrográfica de quatro barragens subterrâneas após oito anos de manejo (média de três repetições). Petrolina, PE, 1991.**

Profundidade --- (cm) ---	Textura			Densidade do solo (g/cm <sup>3</sup> )	Umidade do solo		
	Areia	Silte	Argila		- 0,03 Mpa	- 1,5 Mpa	
	----- (%) -----				----- (%) -----		
	1983						
0 - 20	77	9	14	1,57	10,57	5,57	
20 - 40	69	6	25	1,60	14,84	7,47	
40 - 60	68	9	23	1,54	15,57	7,93	
60 - 80	71	8	21	1,59	14,12	7,46	
	1991						
0 - 20	75	9	16	1,50	15,57	7,93	
20 - 40	67	8	25	1,52	14,84	7,47	
40 - 60	63	8	29	1,55	14,12	7,46	
60 - 80	68	9	23	1,58	10,57	7,49	

Decorridos oito anos da construção das barragens, não se verificou variação na condutividade elétrica (Tabela 2) das águas do tanque de armazenamento (cisternas), as quais apresentaram, portanto, baixa tendência para salinização dos solos. Isto pode ser atribuído a um tubo condutor de água que foi acoplado a um reservatório localizado à jusante da barragem, que proporciona drenagem e retirada dos sais solúveis do solo, funcionando como descarga de fundo e permitindo a lavagem do perfil do solo, uma vez que a água proveniente da área de exploração agrícola passa por um processo de filtragem natural, conseqüentemente lavando as camadas do solo.

**TABELA 2. Condutividade elétrica da água das cisternas de quatro barragens subterrâneas, após oito anos de manejo (média de três determinações). Petrolina, PE, 1991.**

Barragem	Ano	
	1983	1991
	----- (mmhos/cm) -----	
I	0,18	0,17
II	0,20	0,20
III	0,21	0,19
IV	0,17	0,21

As produtividades médias das culturas perenes, no ano agrícola 91/92, de 3.000 kg, 2.000 kg, 3.000 kg, 2.000 kg e 800 kg/ha, respectivamente, no tocante a manga, graviola, limão, goiaba e acerola, são valores baixos em relação à produtividade obtida nos perímetros irrigados, que foi de 13.000 kg/ha para manga (Instituto Brasileiro de Frutas, 1995), 40.000 kg/ha para goiaba (Gonzaga Neto, 1990), 20.000 kg/ha para acerola (Gonzaga Neto & Nascimento, 1993), e 24.600 kg/ha para o limão (Coelho & Mascarenhas, 1991), mas surge como uma opção para diversificar a exploração agrícola na região do Semi-Árido, nas áreas não irrigáveis.

A produtividade destas culturas pode ser considerada satisfatória, considerando-se a baixa precipitação pluvial anual ao longo dos anos (Tabela 3). O período de dezembro a abril do ano subseqüente é o período em que ocorre 75,33% do total da precipitação anual, sendo o mês de março o de maior precipitação. Ocorre,

entretanto, com certa frequência, alta precipitação em determinado mês, que é mais alta em comparação com a quantidade de chuva ocorrida em um período agrícola, tais como os meses de março de 1984 - 317,9 mm, janeiro de 1985 - 286,6 mm, dezembro de 1989 - 369,3 mm e janeiro de 1992 - com 344,1 mm, que representam, respectivamente, 128,3%, 115,7%, 149,1% e 138,9% da precipitação ocorrida no período do ano agrícola 1986/87 (dezembro/abril), a qual foi de 247,6 mm. Essa variabilidade torna a exploração agrícola uma atividade de alto risco, sendo a barragem subterrânea cultivada com culturas anuais e perenes (fruteiras), o que constitui uma forma de viabilizar o aproveitamento de áreas potencialmente agricultáveis na região do Semi-Árido brasileiro.

**TABELA 3. Precipitação pluviométrica (mm) mensal registrada em Petrolina, PE, no período de 1982 a 1992.**

Mês	Ano										
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Jan.	75,3	77,7	9,6	286,6	36,5	4,8	99,2	27,5	34,2	103,0	344,1
Fev.	26,9	155,1	3,1	84,9	78,5	30,7	31,7	21,0	90,3	111,2	122,1
Mar.	51,3	115,0	317,9	172,0	184,1	162,8	256,8	216,7	25,7	207,4	49,4
Abr.	44,0	4,1	146,2	151,6	25,1	19,8	117,3	154,6	42,8	47,6	33,4
Mai	1,4	0,0	25,3	15,6	14,0	73,3	29,8	78,5	6,6	52,7	4,0
Jun.	8,3	0,0	5,2	69,9	0,8	0,8	44,9	0,0	9,0	21,8	4,0
Jul.	4,1	17,5	0,0	5,6	7,7	47,4	5,9	14,1	61,6	0,0	0,9
Ago.	10,2	0,9	0,0	19,9	1,3	0,0	0,0	5,4	0,3	4,3	0,0
Set.	7,4	0,0	21,2	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,9
Out.	0,0	1,8	15,9	3,4	3,6	54,6	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Nov.	0,0	81,7	67,0	95,1	3,3	0,0	56,1	6,2	61,3	73,3	31,9
Dez.	42,3	13,7	0,0	174,0	29,5	12,8	105,0	369,3	18,8	13,1	68,1
Total	271,2	467,5	611,4	1.078,6	385,1	407,0	761,1	893,3	351,0	634,4	658,8

A produtividade média do caupi no ano agrícola 1991/1992 foi de 578 kg/ha, superando a média desta cultura na região em 30%. Esses resultados se aproximam dos obtidos por Brito et al. (1989), que nessas mesmas barragens obtiveram produtividades médias de caupi de 816, 788, 719 e 783 kg/ha nos anos agrícolas de 82/83, 83/84 e 84/85, respectivamente. Vale salientar que o ano de 84/85 foi considerado atípico em relação aos demais, por ter apresentado chuvas regulares de janeiro a junho/85, totalizando 780,6 mm, o que permitiu a exploração de dois cultivos anuais, embora a média de precipitação verificada de 1982/92, referente ao ano agrícola tenha sido de 470 mm.

Silva & Rêgo Neto (1992) também obtiveram resultados positivos, em trabalhos semelhantes, nos anos de 1986, 1987 e 1988, em duas barragens submersíveis, uma em Santana de Mato e a outra em Lajes, ambas no Rio Grande do Norte, com produtividades médias do caupi (solteiro) de 666 kg/ha e 249 kg/ha, respectivamente. Com batata-doce (solteira), obtiveram, em média, 17.095 kg/ha na primeira barragem, e 11.732 kg/ha na segunda. Barragens submersíveis são construídas em leito de rios temporários, com pedra e argamassa, cuja parede, erguida sobre a camada impermeável, vai até o nível da superfície do solo; é semelhante à barragem subterrânea.

O investimento necessário para construção de uma barragem subterrânea utilizando lona plástica de polietileno como septo impermeável, e explorando uma área agrícola de 1,0 ha, corresponde a R\$ 591,00 (Brito et al., 1989). Os custos de produção das culturas anuais e perenes encontram-se nas (Tabelas 4 e 5).

**TABELA 4. Custos de produção de 1,0 ha de caupi, milho e sorgo (cultura solteira) em barragem subterrânea. Petrolina, PE, 1991.**

Serviço e material	Unidade <sup>1</sup>	Caupi		Milho		Sorgo	
		Quant.	Valor (R\$ <sup>2</sup> )	Quant.	Valor (R\$)	Quant.	Valor (R\$)
Preparo da área							
- gradagem/sulcamento	h/t	7,0	105,00	7,0	105,00	7,00	105,00
Insumos							
- sementes	kg	12,0	21,00	8,0	12,00	3,0	4,50
- plantio	H/d	1,0	5,00	1,0	5,00	1,5	7,50

- inseticida	L	0,5	6,50	0,8	12,20	1,0	13,00
- tratos culturais	H/d	5,0	25,00	3,0	15,00	3,0	15,00
Total			169,50		149,20		145,00

<sup>1</sup> H/d = homem/dia; h/t = hora-trator.

<sup>2</sup> US\$ = R\$ 0,91.

**TABELA 5. Custos de produção de 1,0 ha de fruteiras (manga, graviola, limão, goiaba e acerola) implantadas em uma barragem subterrânea.**

Serviço e material	Unidade <sup>1</sup>	Quantidade	Fruteiras	
			Valor unitário (R\$) <sup>2</sup>	Valor total (R\$)
Aração	h/t	4	15,00	60,00
Gradagem	h/ha	3	15,00	45,00
Coveamento	H/d	4	4,00	16,00
Mudas	unid.	100	1,00	100,00
Defensivos	L	2	9,00	18,00
Tratos culturais	H/d	10	4,00	40,00
Total				279,00

<sup>1</sup> H/d = homem/dia; h/t = hora-trator.

<sup>2</sup> US\$ = R\$ 0,91.

A durabilidade da lona plástica de polietileno, que no modelo CPATSA é utilizada como septo impermeável, foi estudada por Brito et al. (1989), segundo os quais a lona, após seis anos, apresentou bom nível de elasticidade. A vida útil do polietileno depende de vários fatores, sendo a luz solar o principal agente da deterioração dos plásticos em geral. Todavia, estando a lona de plástico totalmente coberta, sua vida útil pode ser prolongada.

Nas pequenas e médias propriedades, as áreas potencialmente agricultáveis são os baixios, e nestes, geralmente, são construídos os reservatórios de águas superficiais, cobrindo totalmente a área explorável. A implantação da barragem subterrânea elimina essa limitação, pois a área de armazenamento de água é a mesma de plantio, ou seja, de exploração agrícola.

## CONCLUSÕES

1. As barragens subterrâneas apresentam baixo risco de salinização após oito anos de utilização.
2. Após oito anos de utilização das barreiras subterrâneas observaram-se acréscimos nos teores de argila no solo, em virtude da sedimentação.
3. A sedimentação do solo em torno das barragens subterrâneas, possibilita o aproveitamento das áreas potencialmente agricultáveis, que formam a bacia hidráulica dos reservatórios de acumulação superficial de água, para o cultivo de culturas perenes e anuais.

## REFERÊNCIAS

- BRITO, L.T. de L.; SILVA, A. de S.; MACIEL, J.L.; MONTEIRO, M.A.R. **Barragem subterrânea**. I: construção e manejo. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1989. 39p. il. (Embrapa-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 36).
- COELHO, S.Y.; MASCARENHAS, J.M. **Limão "Tahiti"**: aspectos econômicos e técnicos de cultivo. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1991. 44p. (Embrapa-CNPMPF. Circular Técnica, 13).
- DUQUE, J.G. **Solo e água no polígono das secas**. 5.ed. Mossoró: ESAM/FGD/CNPq, 1980. 273p. (ESAM. Coleção Mossoroense, v.142).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. 227p.
- GONZAGA NETO, L. **Cultura da goiabeira**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1990. 26p. (Embrapa-CPATSA. Circular técnica, 23).

- GONZAGA NETO, L.; NASCIMENTO, C.E.S. **Cultivo da acerola (*Malpighia glaba* L.) no Submédio São Francisco.** Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1993. 6p. (Embrapa-CPATSA. Comunicado técnico, 53).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS (São Paulo, SP). **Manga.** São Paulo, 1995. 67p. (IBRAF. Soluções fruta a fruta, 1).
- 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: Embrapa-CPATSA, 1982. 128p. il. (Embrapa-CPATSA. Documentos, 14).
- SILVA, D.A. da; RÊGO NETO, J. Avaliação de barragens subterrâneas para fins de exploração agrícola. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 9., 1991, Natal. **Anais...** Fortaleza: ABID, 1992. p.335-361.
- SILVA, F.B.R.E.; RICÉ, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C. de; BRITO, L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B. da; SILVA, A.B. da; ARAÚJO FILHO, J.C. de. **Zoneamento agroecológico do Nordeste:** diagnóstico do quadro natural e agrossocio-econômico. Petrolina: Embrapa-CPATSA/Recife: Embrapa-CNPS, Coordenadoria Regional Nordeste, 1993. v.1, il.
- SILVA, M.S.L. da; ANJOS, J.B. dos; LOPES, P.R.C.; SILVA, A. de S. **Sistema de captação e conservação de água em barragens subterrâneas.** Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1995. 4p. (Embrapa-CPATSA. Comunicado técnico, 58).