

MANUAL TÉCNICO, 17

ISSN 1983-5671

# BARRAGEM SUBTERRÂNEA

## Água para uso na agropecuária

Marcos Outeiro Santos  
Iara Mello de Freitas  
Luiza Teixeira de Lima Britto  
José Barbosa dos Anjos



PROGRAMA  
RIO RURAL

17

Niterói-RJ  
abril de 2009

# BARRAGEM SUBTERRÂNEA

Água para uso na agropecuária

Marcos Outeiro Santos  
Iara Mello de Freitas  
Luiza Teixeira de Lima Britto  
José Barbosa dos Anjos

17



PROGRAMA  
RIO RURAL

Niterói-RJ  
abril de 2009

**PROGRAMA RIO RURAL**

**Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento  
Superintendência de Desenvolvimento Sustentável**

Alameda São Boaventura, 770 - Fonseca - 24120-191 - Niterói - RJ

Telefones : (21) 2625-8184 e (21) 2299-9520

E-mail: microbacias@agricultura.rj.gov.br

**Governador do Estado do Rio de Janeiro**

Sérgio Cabral

**Secretário de Estado de Agricultura,  
Pecuária, Pesca e Abastecimento**

Christino Áureo da Silva

**Superintendente de  
Desenvolvimento Sustentável**

Nelson Teixeira Alves Filho

Barragem subterrânea: água para uso na agricultura / Marcos Outeiro Santos... [et al.]. -- Niterói : Programa Rio Rural, 2008.

13 f. ; 30 cm. -- (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 17)

Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento.

Projeto: Gerenciamento Integrado de Agroecossistemas em Microbacias Hidrográficas do Norte-Noroeste Fluminense.

ISSN 1983-5671

1. Barragem subterrânea. 2. Captação d'água. I. Santos, Marcos Outeiro. II. Série. III. Título.

CDD 627.8

## ***Sumário***

1. Introdução.....	4
2. Considerações gerais e recomendações técnicas.....	5
3. Benefícios e cuidados no uso da tecnologia.....	9
4. Observações.....	10
5. Agradecimentos.....	11
6. Referências bibliográficas.....	11
7. Bibliografia sugerida.....	11

# ***Barragem Subterrânea***

## ***Água para uso na agropecuária***

Marcos Outeiro Santos<sup>1</sup>  
Iara Mello de Freitas<sup>2</sup>  
Luiza Teixeira de Lima Britto<sup>3</sup>  
José Barbosa dos Anjos<sup>4</sup>

### ***1. Introdução***

Grande parte das propriedades rurais das regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro sofre, anualmente, com a deficiência de água durante os meses de baixa pluviosidade (inverno). As propriedades distantes de rios e córregos perenes são as mais afetadas pela falta de água. Em alguns anos, a situação é agravada pela estiagem muito prolongada e, em casos extremos, a falta de água afeta não só a produção agrícola e pecuária, mas também o abastecimento para consumo humano.

Marques et al. (2001) registram que as duas regiões apresentam características de deficiência hídrica (Fig.6) variando de 4 a 6 meses de carência, chegando a 7 a 10 meses secos. Os autores concluem também que, "em termos médios, as localidades representativas das regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro apresentam-se com características de regiões semiáridas", e acrescentam que "os dados revelam decréscimo nos valores anuais de precipitação entre 1961 e 2000, chegando a 30% em Campos dos Goytacazes", chamando atenção para a necessidade de se anteciparem soluções tecnológicas de forma a atender às necessidades hídricas inerentes à produção e às demais demandas das comunidades rurais.

Entre as alternativas tecnológicas disponíveis para atenuar ou mesmo solucionar a falta de água na zona rural, a barragem subterrânea é uma das mais simples em termos construtivos, apresentando baixos custos e chegando a produzir impactos ambientais positivos (FREITAS, 2006). É importante frisar que a barragem subterrânea é uma tecnologia de captação de água de chuva, que permite maior infiltração no solo, reduzindo, ao mesmo tempo, o escoamento superficial e, conseqüentemente, a erosão.

---

<sup>1</sup> Técnico Agrícola da PESAGRO-RIO/Estação Experimental de Macaé. Estrada Velha de Glicério, km 3 - 27901-970 - Macaé-RJ.

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, M.Sc, Extensionista da EMATER-RIO/Escritório Local de São Pedro da Aldeia.

<sup>3</sup> Eng. Agrícola, D.Sc., Pesquisadora da EMBRAPA Semi-Árido. Petrolina-PE.

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA Semi-Árido. Petrolina-PE.

A adaptação tecnológica de barragem subterrânea no Estado do Rio de Janeiro surgiu da demanda de produtores rurais selecionados no projeto PRONAF/Pesquisa no município de Iguaba Grande. Após diferentes abordagens em reuniões, envolvendo técnicos da PESAGRO-RIO, EMATER-RIO, Prefeitura, DRM, RESUB, UFF e UFFRJ, decidiu-se buscar alternativas tecnológicas que permitissem aos produtores a autonomia na produção e o mínimo ou nenhum custo energético na manutenção. Após a capacitação dos técnicos da PESAGRO-RIO e EMATER-RIO na EMBRAPA Semi-Árido (CPATSA), em Petrolina-PE, foram instaladas quatro unidades adaptadas nos municípios de Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia, em 2002, sendo as primeiras barragens subterrâneas implantadas e adaptadas às condições edafoclimáticas da região Sudeste do país. Essas barragens foram construídas a partir do modelo desenvolvido pela EMBRAPA Semi-Árido, conhecido como modelo CPATSA

Os resultados obtidos com as barragens subterrâneas superaram as expectativas dos produtores rurais e técnicos das instituições envolvidas e, em 2003, foi realizado o I Seminário de Barragens Subterrâneas, com a presença de 157 técnicos da extensão, representações de produtores rurais, instituições de ensino e ONGs. Em encontros técnicos sobre recursos hídricos nas regiões das Baixadas Litorâneas, Norte e Noroeste Fluminense, foi considerada como tecnologia prioritária para a difusão e adoção na zona rural.

## ***2. Considerações gerais e recomendações técnicas***

### **O que é uma barragem subterrânea?**

De maneira simplificada, pode-se dizer que a barragem subterrânea é uma tecnologia que tem como finalidade aumentar a disponibilidade de umidade no solo, aproveitando de forma mais eficiente a água das chuvas. Isso ocorre devido a um barramento no solo, que deve ser feito a partir da superfície até sua camada impermeável. Assim, a água da chuva, e mesmo aquela que escorre superficialmente, fica retida, criando um reservatório de água no perfil do solo.

Em casos específicos, quando as condições edafoclimáticas são favoráveis, esse barramento pode permitir a formação e elevação do lençol freático (Fig. 7 e 8). Silva et al. (2001) definem a barragem subterrânea como

barrar (interceptar) a água da chuva que escoar na superfície e dentro do solo (fluxo de água superficial e subterrâneo) através de uma parede (septo impermeável) construída transversalmente à direção das águas. A água proveniente da chuva se infiltra lentamente, criando e/ou elevando o lençol freático, que será utilizado posteriormente pelas plantas. Esse barramento faz armazenar água dentro do solo com perdas mínimas de umidade (evaporação lenta), mantendo a terra úmida por um período maior de tempo.

Nas barragens subterrâneas construídas no Estado do Rio de Janeiro, dois produtores utilizam a água (motobombada) para irrigação em fruticultura e cultivos anuais e, desde 2002, nunca faltou água para as atividades de produção.

As precipitações durante o período do inverno no Estado do Rio de Janeiro são menos frequentes, mas suficientes para reabastecer o depósito de água no

solo proporcionado pela barragem subterrânea. Mesmo em anos de estiagem com período superior a seis meses, a água armazenada possibilita irrigação e/ou subirrigação das culturas exploradas nessas áreas. Os solos dessas barragens subterrâneas apresentam características arenosas, permitindo maior infiltração da água de chuva e realimentação do poço de onde é captada a água para irrigação e/ou subirrigação.

### **Onde se pode instalar (locar) uma barragem subterrânea?**

Em locais de drenagem natural e/ou em leitos de córregos não perenes (Fig. 7). Solos com textura média ou grossa são os mais indicados. Assim, é possível afirmar que, na maioria dos solos do Estado do Rio de Janeiro, a tecnologia pode ser empregada.

### **Etapas para a construção da barragem subterrânea**

- Escolher local onde a declividade seja a menor possível, no máximo em torno de 4%. Quanto maior a profundidade do solo (até a camada de impedimento), menor a declividade do terreno à montante, maior a porosidade e maior a área de captação à montante, maior será a capacidade de armazenamento de água. É possível obter volumes entre 1.000 e 9.000 m<sup>3</sup> por hectare, ou mais, em função das variantes descritas.

- Levantamento topográfico (nível ótico, trena e trado são suficientes): trabalhar em quadrículas de 10 metros é o ideal. Silva et al. (2001) descrevem que

As extremidades das paredes da barragem têm que estar situadas nas partes (cotas) mais altas do local escolhido e niveladas para impedir que a água saia lateralmente. O sangradouro é locado na parte (cota) mais baixa para permitir o escoamento do excedente de água. (Fig. 7)

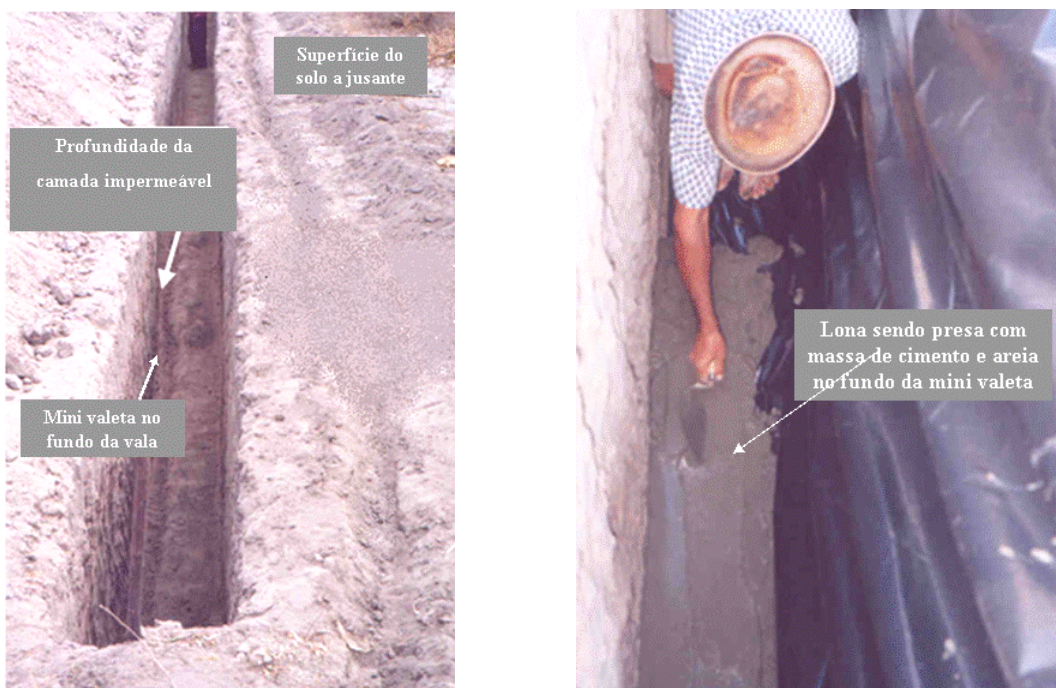
Em alguns locais, e com alguma experiência, é possível estabelecer visualmente o local para a construção da barragem, dadas às condições topográficas existentes. Isso não desobriga o levantamento das cotas de nível no alinhamento da construção e cotas - piqueteadas - a cada 10 metros. O formato e/ou alinhamento da construção é definido pelo levantamento topográfico. O trado é a ferramenta mais simples e eficaz para a mensuração e registro da profundidade entre a superfície e a camada de impedimento, embora também seja recomendada a abertura de trincheiras até a camada de impedimento na área pré-selecionada. Na Figura 7, o esquema apresenta uma barragem em linha reta, entretanto, conforme a topografia da área, poderá ter formato curvo ou misto. O comprimento é definido pela topografia, mas se recomenda não ultrapassar 100 metros de comprimento da parede. De maneira geral, a altura do vertedouro em relação à superfície do terreno (cota mais baixa) não deve ultrapassar 60-70cm por razões de segurança.

- Época, preparo da área e material de construção (Quadro 1): o período ideal para a construção é durante os meses mais secos, comumente de maio a setembro no Estado do Rio de Janeiro. Nos demais meses, há riscos de precipitações elevadas que, certamente, causarão danos e/ou atrasos, podendo até mesmo impedir a conclusão dos trabalhos de campo. Todo o material necessário deve ser colocado o mais próximo possível. Em média, o tempo

necessário à construção é de dois dias, podendo, em casos excepcionais, atingir mais dias caso ocorram problemas como defeito na máquina retroescavadeira, ocorrência de chuva, etc. No Estado do Rio de Janeiro não foi possível planejar a construção em um único dia, pela percepção dos riscos e possíveis danos irreversíveis à obra.

- Serviço mecânico: a retroescavadeira deverá limpar a área no sentido da barragem, removendo numa faixa em torno de cinco metros de largura, retirando todas as plantas e a camada superficial do solo. O material mais limpo deverá ficar disponível para enchimento da vala ao término da construção. Em seguida, inicia-se a abertura da vala, cortando o solo até atingir 10 a 20cm da camada de impedimento, para maior garantia de que não ocorrerão infiltrações a partir dessa profundidade. O material mais limpo resultante da escavação deverá ser colocado à montante, e o mais sujo e/ou em calhaus, depositado à jusante. A experiência adquirida no Estado do Rio de Janeiro demonstra que, em função das características dos solos, a retroescavadeira executa essa etapa em no máximo quatro horas e somente no dia seguinte irá trabalhar tempo semelhante no enchimento da valeta e confecção da proteção da lona plástica à jusante. Portanto, se a máquina não puder realizar outra atividade, ficará à disposição por longo período parada, aumentando os custos (Quadro 1). Se a prefeitura ou outra instituição apoiarem a iniciativa cedendo a máquina, ocorrerá redução significativa nos custos. Também se poderá realizar a construção de algumas barragens em série, permitindo o uso integral da retroescavadeira.

- Limpeza das paredes, fundo da vala e ancoragem (fixação) da lona (Fig. 1 e 2): serviço cuidadoso para evitar perfurações na lona de polietileno (Quadro 1) durante a ancoragem com argamassa na proporção 1:4:1 (cimento, areia, brita) da lona ao piso (camada de impedimento) e fechamento da vala. É a etapa mais demorada, delicada e trabalhosa, chegando a ocupar até 10 (dez) horas da equipe de mão-de-obra.



**Figuras 1 e 2:** Detalhes da instalação da lona.



- Construção do poço à montante: essa atividade pode ser executada pela retroescavadeira e por um ajudante. No revestimento do poço, podem-se utilizar manilhas e/ou tijolos deitados. É mais uma opção para a captação e monitoramento da quantidade e permite o monitoramento da quantidade e da qualidade da água;
- Fechamento da vala e cobertura da lona acima do terreno (Fig. 3): etapas realizadas em torno de duas horas de máquina e da equipe de trabalhadores. Exigem cuidados e atenção para proteção da barragem e integridade da lona.



**Figura 3:** Fechamento da vala.

- Construção do vertedouro (Fig. 4): o tamanho médio recomendado é de aproximadamente cinco metros de comprimento. O técnico deve avaliar. Recomenda-se calcular o tamanho do vertedouro e a vazão presumida da área de captação à montante. A confecção exige de três a quatro horas de mão-de-obra da equipe, usando-se tela e argamassa na proporção 1:4:2 (cimento, areia, brita). É a etapa final da construção. A barragem subterrânea está pronta (Fig.5).



**Figura 4:** Detalhe da construção do vertedouro.



**Figura 5:** Barragem subterrânea construída em Iguaba Grande-RJ.

### ***3. Benefícios e cuidados no uso da tecnologia***

Após a primeira chuva, a barragem estará em condições de ser usada para irrigação e/ou subirrigação. As recomendações baseadas na experiência no Estado do Rio de Janeiro e de outras regiões do país indicam:

- Utilização da faixa (Fig. 7) com culturas anuais (milho, feijão aipim, etc.) e/ou perenes, como fruticultura e capineira. Como o solo está mais úmido abaixo da superfície (variando conforme a topografia da área), as plantas retiram água para suas necessidades sem custos (de irrigação e/ou motobombeamento) para o produtor.
- Utilização do poço (Fig. 7 e 8) para irrigação: é opção do produtor instalar sistema de bombeamento para irrigação e/ou subirrigação. A instalação do poço facilita a retirada de água para subirrigação e/ou cultivo de hortaliças. Nas unidades de pesquisas adaptadas instaladas nos municípios de Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia, os produtores irrigam a cultura do maracujazeiro com sistema de gotejamento e utilizam mangueira e/ou aspersor de baixa vazão para cultivo de lavouras anuais em áreas mais distantes da barragem subterrânea.
- Utilização da área (Fig. 7) mais saturada (na época das chuvas boa parte dessa área se transforma em espelho d'água) para cultivo de agrião, arroz e outras culturas que suportam maiores umidades em seu ciclo produtivo.

Freitas (2006) registra e apresenta fatores relevantes, como:

a barragem subterrânea pesquisada situa-se em região com predomínio de colinas baixas e planossolos. Os planossolos caracterizam-se por se apresentarem como solos arenosos nas camadas superficiais, seguido de abrupta mudança de textura nas camadas mais profundas, passando a conter altas concentrações de argila. Nestas condições, verifica-se que a água da chuva tende a infiltrar-se no solo com rapidez, percolando nas camadas

subsuperficiais e subterrâneas arenosas e escoando-se sobre a camada de argila, de baixa permeabilidade. Nestes solos, e em relevo suave ondulado, a água tende a escoar-se rapidamente para partes mais baixas da bacia hidrográfica, indo para o mar. A barragem subterrânea pesquisada, assim como as outras barragens construídas na região, apresentou vazão mista, com a presença de escoamento superficial frequente, lâmina de água próxima ao sangradouro e acúmulo de água no reservatório subterrâneo. A construção destas barragens, que possibilitam a captação e armazenamento da água da chuva no perfil do solo, promovendo o acúmulo nas camadas subsuperficiais e subterrânea do solo, oferecem as seguintes vantagens e limitações:

- A redução da velocidade de escoamento natural da água da chuva no solo e o papel concentrador do fluxo de água possibilitaram o aumento e a regularização do nível do lençol freático, assegurando o suprimento hídrico.

- Quando ocorrem períodos do ano sem a existência de água superficial corrente no sangradouro, a água disponível no perfil do solo da barragem deve ser considerada como reserva emergencial, pois pode esgotar-se em pouco tempo, em caso de período prolongado sem chuvas. A lâmina de água formada próxima ao sangradouro cria condições de umidade adequadas à formação de pequenos brejos, com a presença de vegetação aquática típica e de espécies silvestres, aumentando a biodiversidade local. Esta é uma característica ambiental muito favorável dessas barragens subterrâneas.

As múltiplas vantagens das barragens subterrâneas implantadas na Região dos Lagos indicam que esta técnica favorece os processos de recuperação e de conservação do meio ambiente e ao desenvolvimento da agricultura familiar.

Não pode ser esquecida a vulnerabilidade destas barragens à ação de poluentes que sejam despejados na bacia de contribuição, uma vez que a água encontra-se armazenada a baixa profundidade, menos de um metro, o que associado à declividade e ao tipo de solo favorece a difusão de poluentes.

Também devem ser ressaltados os riscos de salinização do solo da região da bacia hidráulica da barragem, pelos efeitos da super exploração do aquífero barrado e da ação da elevada evapotranspiração, associada a períodos de seca prolongada. Para evitar este problema, podem ser construídas estruturas (de acesso para motobombeamento) no corpo da barragem, visando à promoção de lavagem do perfil do solo durante as chuvas.

Devem ser feitas análises periódicas a cada 6/12 meses da qualidade física e química da água e do solo da barragem, preferencialmente nos períodos de chuvas e sem chuvas, para acompanhamento dos riscos de salinização do solo e estabelecer medidas corretivas.

#### **4. Observações**

As orientações contidas neste documento foram elaboradas para subsidiar os técnicos da extensão e outros profissionais envolvidos no Projeto RIO RURAL GEF "Gerenciamento Integrado de Agroecossistemas em Microbacias Hidrográficas do Norte-Noroeste Fluminense", e não poderiam abordar todos os aspectos, conhecimentos técnicos e sociais da tecnologia de barragens subterrâneas.

## 5. Agradecimentos

A todos aqueles que colaboraram na pesquisa de adaptação tecnológica que culminou na decisão dos gestores do projeto RIO RURAL GEF de considerá-la prioritária para apoio e incentivo, e, em especial, aos técnicos da EMBRAPA Semi-Árido Maria Sonia Lopes da Silva, Antonio Pedro Matias Honório e José Barbosa dos Anjos; ao projeto PRONAF/Pesquisa; aos funcionários das Prefeituras de Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia; a Carlos David Ide, José Francisco Martinez Maldonado, Miriam Nissan Cohen, Célia Ravera, Mila Quelé (adaptações nas Figuras 7 e 8); aos produtores rurais Gilmar Lessa, Luiz Francisco Almeida, Valdemiro Felizardo, Joaquina Rosa e Carlúcio Rodrigues pela coragem - motivada pela necessidade - de correr o risco de uma pesquisa em suas propriedades.

## 6. Referências bibliográficas

FREITAS, I. M. de. **Efeitos ambientais de barragem subterrânea na microbacia do Córrego Fundo, Região dos Lagos, RJ.** 2006, 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

MARQUES, V. S. et al. **Possíveis modificações na classificação climática das regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: TECNORTE, 2001. 15 p. Relatório Técnico.

SILVA, M. S. L. da et al. **Barragem subterrânea.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. Não paginado. (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas, 49).

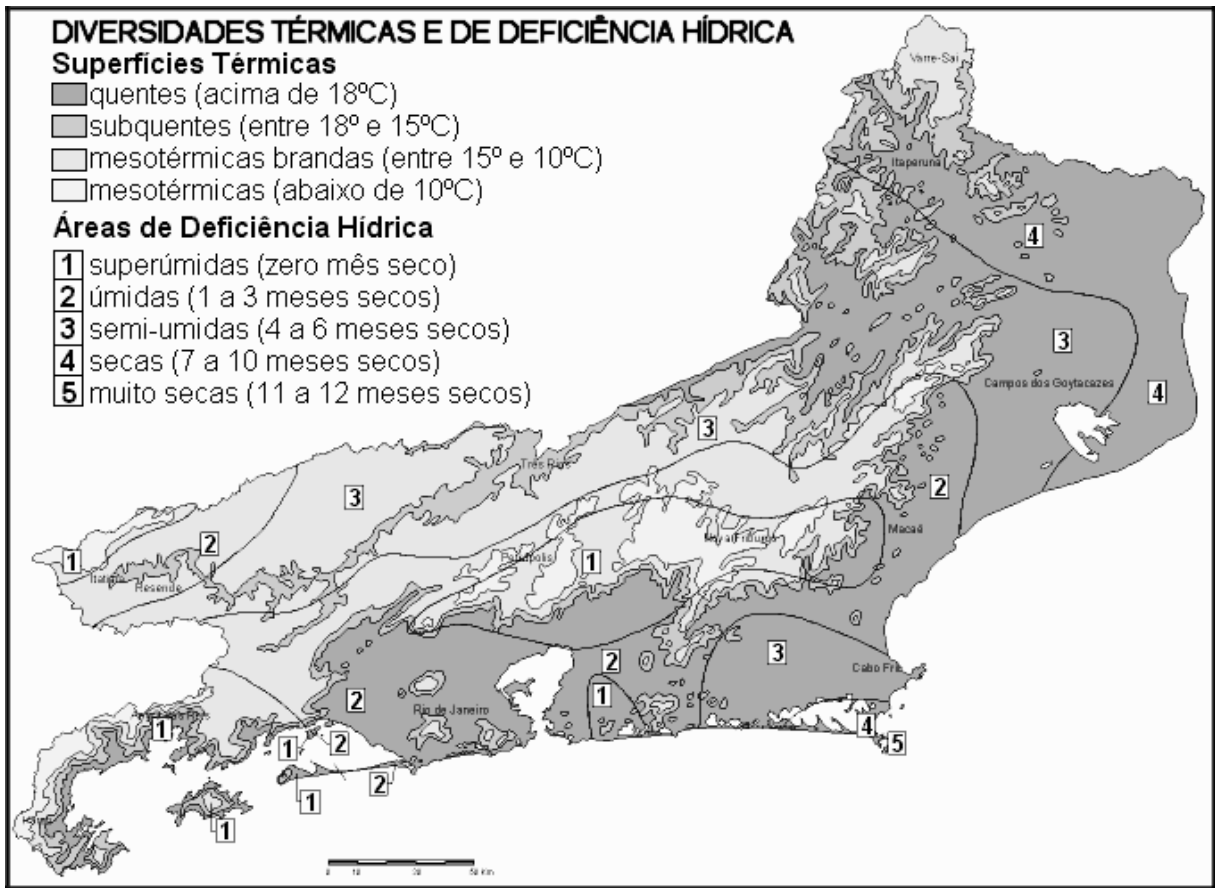
## 7. Bibliografia sugerida

COSTA, W. D. et al. O aparente insucesso das barragens subterrâneas em Pernambuco. In: CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1.; CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 11., 2000, Fortaleza. Anais... Fortaleza: ABAS; AHLSDUD; IAH, 2000. 1 CD-ROM.

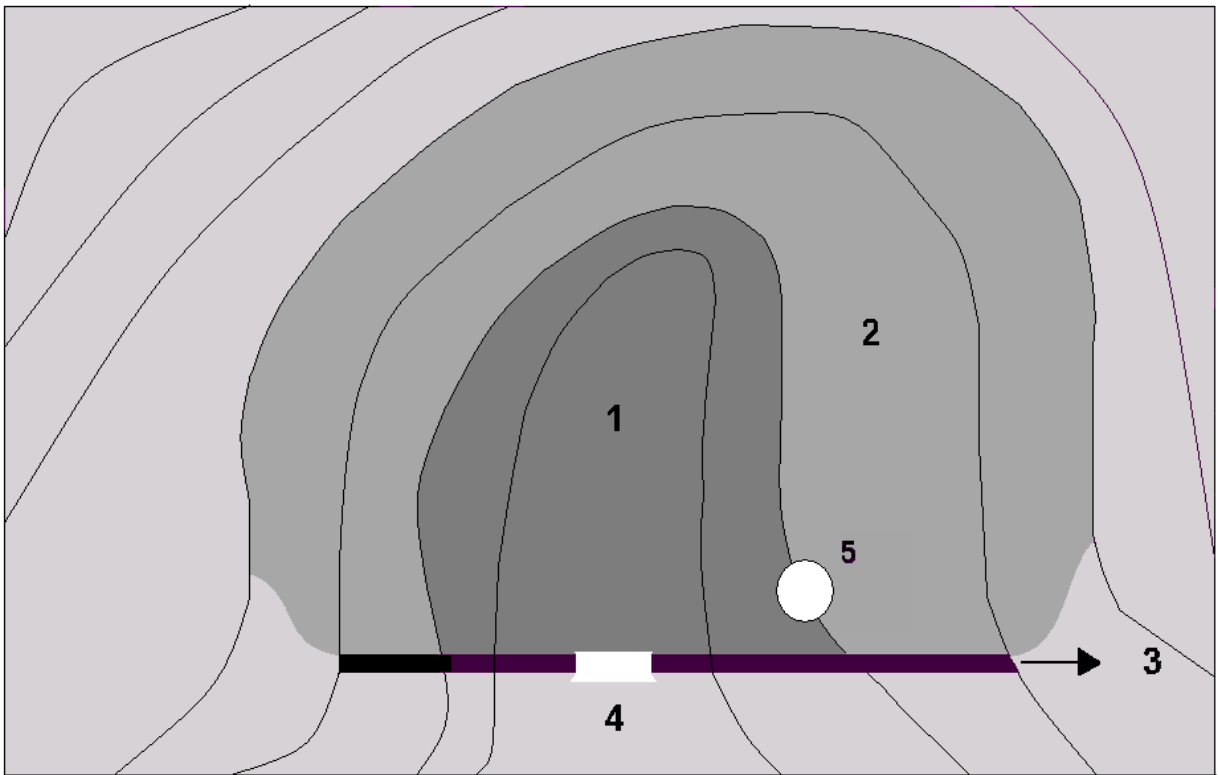
SILVA, M. S. L. da et al. Barragem subterrânea: água para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 118-135.

SILVA, M. S. L. da et al. Exploração agrícola em barragem subterrânea. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 33, n. 6, p. 975-980, jun. 1998.

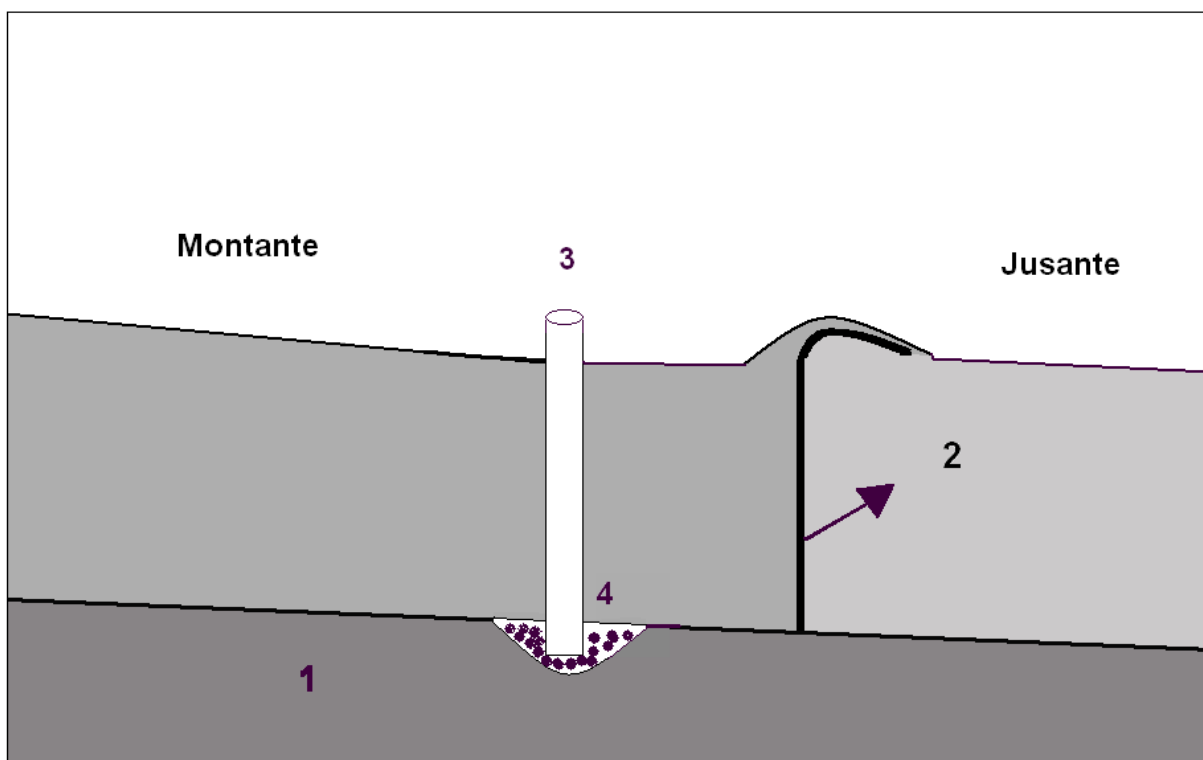
VIEIRA, V. P. P. B.; GONDIM FILHO, J. G. C. Água no Semi-Árido. In: REBOUÇAS, A. da C; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. p. 481-540.



**Figura 6:** Diversidades térmicas e de deficiência hídrica no Estado do Rio de Janeiro.



**Figura 7:** Planta baixa (1 = Área mais baixa, saturada e/ou com água aparente; 2 = Área com água disponível abaixo da superfície; 3 = Barragem subterrânea; 4 = Vertedouro; 5 = Poço).



**Figura 8:** Corte transversal (1 = Camada impermeável; 2 = lona (manta) de polietileno; 3 = poço de manilhas ou tijolos; 4 = fundo do poço envolvido por cascalhos, pedras ou entulho limpo de obra).

**Quadro 1:** Materiais, mão-de-obra e custos estimados para a construção de uma barragem.

Material/serviço	Unidade	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Manta (lona) de polietileno 4m x 100m x 200 micra (de matéria virgem, não reciclada)	rolo 100m	1	530,00	530,00
Tela de arame galvanizado tipo galinheiro (fio 22 com 2,5cm e 1,5m largura)	metro	30	5,00	150,00
Cimento	saco 50kg	6	18,00	108,00
Areia lavada*	m <sup>3</sup>	2	35,00	70,00
Brita zero	m <sup>3</sup>	2	50,00	100,00
Mão-de-obra (Equipe: 1 pedreiro, 1 ajudante, 1 auxiliar)	hora/equipe	2 dias	150,00	300,00
Serviço de retroescavadeira	hora	16	60,00	960,00
<b>TOTAL</b>				<b>2.218,00</b>

\* Em alguns casos (areia insuficiente), 50% foram substituídos por material retirado do próprio terreno e conhecido por areia de reboco (ou emboço) somente na ancoragem da lona.



GOVERNO DO  
**Rio de Janeiro**

SECRETARIA DE  
AGRICULTURA, PECUÁRIA,  
PESCA E ABASTECIMENTO

SUPERINTENDÊNCIA  
DE DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL



**PROGRAMA  
RIO RURAL**

 **PESAGRO-RIO**  
EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA  
DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO