



Barragem Subterrânea

Acesso e usos múltiplos da água no Semiárido brasileiro

“Sobrevivemos melhor a última seca (2010 - 2019), apesar dela ter sido mais duradoura do que a de 1993, porque hoje tem onde guardar a água da chuva para a família e pros animais.”

Dona Alda, Sítio Salgado dos Souza,
Curaçá, Bahia

“Nunca vou lá (na barragem subterrânea) pra não trazer 2 kg de alguma coisa, agora mesmo tem gandu.”

Dona Maria de Odílio,
povoado Vidéu, Ouricuri, PERNANBUCO

“A barragem subterrânea é muito importante porque guarda a água da chuva dando mais garantia pra nossa lavoura.”

Seu Sebastião Damasceno, Fazenda Fundão, Santana do Ipanema, Alagoas

“Com a barragem subterrânea, só não produz quando o dono é desmontelado, quando o dono não precisa dela ou quando não cai um pingo de chuva nela.”

Seu Inácio Tota, Comunidade Lajedo de Timbaúba, Soledade, Paraíba


“Com a barragem subterrânea você pode ter tudo, desde que o agricultor zele bem dela.”

Emílio Rodrigues (Neto), Fazenda Barreiro, Uauá, Bahia

“Boa parte do capim pros bichos, os temperos (coentro e cebolinha) e os legumes sempre a gente tira da barragem subterrânea.”

Anilda Silva, Senador Rui Palmeira, Alagoas





BARRAGEM SUBTERRÂNEA
Acesso e usos múltiplos da água
no Semiárido brasileiro



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade
Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento
Articulação Semiárido Brasileiro

BARRAGEM SUBTERRÂNEA Acesso e usos múltiplos da água no Semiárido brasileiro

Maria Sonia Lopes da Silva
Flávio Adriano Marques
Alexandre Ferreira do Nascimento
Alexandre de Oliveira Lima
Cláudio Almeida Ribeiro
Antônio Gomes Barbosa
Manoel Batista de Oliveira Neto
André Julio do Amaral
Roseli de Freire Melo
Roberto da Boa Viagem Parahyba

Embrapa
Brasília, DF
2021

Exemplares desta edição podem ser adquiridos em:

Embrapa Solos

Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento de Recife
Rua Antônio Falcão, 402
Boa Viagem, Recife, PE
CEP: 51020-240
Fone: +55 (81) 3198-7800
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo

Embrapa Solos UEP Recife

Comitê Local de Publicação

Presidente: *Gustavo de Mattos Vasques*
Secretário-Executivo: *Marcos Antônio Nakayama*
Membros: *Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira, Evaldo de Paiva Lima, José Francisco Lumberas, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Lucia Raquel Queiroz Pereira da Luz, Maurício Rizzato Coelho, Ricardo de Oliveira Dart, Wenceslau Geraldes Teixeira*

Supervisão editorial: *Marcos Antônio Nakayama*

Revisão de texto: *Josué Francisco da Silva Júnior e Marcos Antônio Nakayama*

Normalização bibliográfica: *Enyomara Lourenço Silva* (CRB 4/1569) e *Luciana Sampaio de Araújo* (CRB 7/5165)

Projeto gráfico: *Antônio de Pádua da Silva Rocha, Henrique Matheus Felix de Oliveira e Maria Sonia Lopes da Silva*

Editoração eletrônica: *Antonio Lopes de Souza*

Imagem da capa: Mapa do Sítio Salgado dos Souza, PB, construído pela agricultora *Dona Eliete Souza*.

Imagens da folha de rosto: Mapas da Fazenda Baixa Verde, BA (*Dona Alda e Cristina*); Sítio Periperi, PE (*Dona Sônia e Seu Naldo*); Sítio Bananeiras, AL (*Dona Gilda e Seu Dedé*), Fazenda Rosário, BA (*Dona Marineide dos Santos Farias*).

Foto da contracapa e das paginas 20, 21 e 37: *Maria Sonia Lopes da Silva*

1ª edição

Publicação digital (2021).

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Solos

Barragem subterrânea : acesso e usos múltiplos da água no Semiárido brasileiro / Maria Sonia Lopes da Silva ... [et al.]. – Brasília, DF : Embrapa, 2021.
PDF (45 p.) : il. color.

ISBN: 978-65-87380-65-0

1. Barragem Subterrânea. 2. Captação de Água. 3. Agricultura Familiar. 4. Desenvolvimento Rural. I. Silva, Maria Sonia Lopes da. II. Marques, Flavio Adriano. III. Nascimento, Alexandre Ferreira do. IV. Lima, Alexandre de Oliveira. V. Ribeiro, Cláudio Almeida. VI. Barbosa, Antônio Gomes. VII. Oliveira Neto, Manoel Batista de. VIII. Amaral, André Julio do. IX. Melo, Roseli Freire de. X. Parahyba, Roberto da Boa Viagem. XI. Embrapa Solos UEP Recife. XII. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade. XIII. Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento. XIV. Articulação Semiárido Brasileiro.

CDD 627.8

Luciana Sampaio de Araújo (CRB 7/5165)

© Embrapa, 2021

Autores

Maria Sonia Lopes da Silva

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Solos UEP Recife, PE

Flávio Adriano Marques

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife, PE

Alexandre Ferreira do Nascimento

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT

Alexandre de Oliveira Lima

Engenheiro-agrônomo, doutor em Geodinâmica e Geofísica, professor adjunto da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Campus Mossoró, RN

Cláudio Almeida Ribeiro

Engenheiro-agrônomo, especialista em Agroecologia, assessor na Articulação Semiárido Brasileiro, Recife, PE

Antônio Gomes Barbosa

Sociólogo, coordenador do Programa Manejo da Agrobiodiversidade: Sementes do Semiárido, na Articulação Semiárido Brasileiro, Recife, PE

Manoel Batista de Oliveira Neto

Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife, PE

André Julio do Amaral

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS

Roseli Freire de Melo

Engenheira-agrônoma, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE

Roberto da Boa Viagem Parahyba

Engenheiro-agrônomo, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife, PE

À memória dos amigos Marcelino Lourenço Ribeiro Neto, jornalista da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, Tony Jarbas Ferreira Cunha, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, e Luiz Bezerra de Oliveira, pesquisador aposentado da Embrapa Solos, Recife, PE, que dedicaram parte da sua história para que às famílias agricultoras do Semiárido brasileiro tivessem vida com dignidade a partir do acesso e uso adequado da água e do solo.

Agradecimentos

Ao Prêmio Mandacaru I, Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (AECID)/Programas Cisternas, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS)), Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (Semarh), Secretaria de Estado da Agricultura do Estado de Alagoas (Seagri), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas em Alagoas (Sebrae/AL), Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Alagoas (Faeal)/Serviço de Aprendizagem Rural (Senar), e Instituto de Inovação para o Desenvolvimento Rural Sustentável de Alagoas (Emater), pelo apoio financeiro e, principalmente, pela oportunidade de contribuir com o bem viver das famílias do Semiárido do Nordeste brasileiro.

Às famílias agricultoras de Alagoas (Dona Gilda e Seu Dedé - São José da Tapera, Seu Sebastião e Dona Ana - Santana do Ipanema, Seu Francisco e as três Marias - Senador Rui Palmeira); Pernambuco (Dona Maria e Seu Idílio - Ouricuri, Dona Maria do Socorro e Seu Manoel - Serra Talhada, Dona Sonia e Seu Naldo – Buíque); Bahia (Dona Alda e Zé de Antonino - Curaçá, Dona Marineide e Seu Aderbal - Canudos, Neto e Cleone - Uauá); Paraíba (Dona Maria da Glória e Seu Inácio - Soledade, Dona Terezinha e Seu João Miranda - Remígio, Dona Eliete e Seu Luiz de Souza - Solânea), pela participação, por disponibilizar suas propriedades para o codesenvolvimento de estudos, e, principalmente, pela carinhosa e calorosa acolhida a cada visita da equipe.

Às Organizações Não Governamentais (ONGs) da Rede Articulação Semiárido Brasileiro (ASA): Programa de Aplicação de Transferência de Tecnologia Apropriada às Comunidades (Patac) e a Associação Agricultura Familiar e Agroecologia (AS-PTA), na Paraíba; Centro de Assessoria e Apoio a Trabalhadores(as) e Instituições Não Governamentais (Caatinga), Centro De Educação Comunitária Rural (Cecor) e a Cáritas Diocesana de Pesqueira, em Pernambuco; Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (Irpaa), na Bahia; Centro de Desenvolvimento Comunitário de Maravilha (Cdecma) e o Centro de Apoio Comunitário de Tapera em União a Senador (Cactus), em Alagoas, pela parceria na execução de pesquisas, pelo compartilhamento de conhecimentos, e dos inúmeros desafios enfrentados.

Ao Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte (Emater), Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN), pela cooperação técnica e produtiva oportunidade de convívio.

Apresentação

Desde 2007, a Embrapa Solos, por meio da sua Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento, sediada no Recife, vem desenvolvendo pesquisas sistêmicas na área de captação e armazenamento de água de chuva para o Semiárido brasileiro, especificamente com barragem subterrânea, em parceria com a Embrapa Semiárido e a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA). Esses estudos têm contribuído efetivamente com a construção de conhecimentos e o desenvolvimento de tecnologias para a erradicação da fome, redução da pobreza e das desigualdades, conseqüentemente com a inclusão socioprodutiva das famílias.

Esta cartilha se constitui num material didático com abordagem simples e ilustrativa sobre a tecnologia Barragem Subterrânea. Tem como objetivo colaborar para o melhor entendimento sobre os aspectos de seleção do local, tipos e modelos, construção e manejo.

Longe de esgotar o tema, esta obra pretende partilhar um pouco dos conhecimentos adquiridos no caminhar com as famílias agricultoras, dentro do projeto “Barragem subterrânea: promovendo o aumento ao acesso e usos da água em agroecossistemas de base familiar do Semiárido do Nordeste brasileiro”, no âmbito do Prêmio Mandacaru I - Projeto e Práticas Inovadoras em Acesso a Água e Convivência com o Semiárido, categoria Pesquisa Aplicada. O Prêmio Mandacaru I contou com o aporte financeiro da Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (AECID)/Programa Cisternas, a contrapartida do Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome, e executado pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS).

Os conhecimentos aqui transmitidos são fruto da trajetória de agricultoras e agricultores, de técnicos e pesquisadores que juntos estão promovendo o intercâmbio de experiências entre o saber popular e o técnico-científico, contribuindo para o aumento ao acesso, usos múltiplos e manejo sustentável da água na produção de alimentos do Semiárido brasileiro.

Maria de Lourdes Mendonça Santos Brefin
Chefe-Geral da Embrapa Solos

Sumário

<u>Água no Semiárido</u>	<u>13</u>
<u>Conceito, objetivo e função</u>	<u>15</u>
<u>Componentes</u>	<u>15</u>
<u>Tipos</u>	<u>17</u>
<u>Modelos</u>	<u>19</u>
<u>Seleção do local - parâmetros de construção</u>	<u>23</u>
<u>Etapas de construção</u>	<u>27</u>
<u>Manejo do solo e da água</u>	<u>36</u>
<u>Cultivos</u>	<u>38</u>
<u>Potencialidades</u>	<u>38</u>
<u>Limitações</u>	<u>39</u>
<u>Custos</u>	<u>39</u>
<u>Reflexões</u>	<u>40</u>
<u>Literatura recomendada</u>	<u>42</u>

Água no Semiárido

A água representa o grande desafio para quem vive na região do Semiárido brasileiro, sobretudo para aqueles que produzem alimentos para consumo de suas famílias. A reduzida precipitação pluviométrica anual concentrada em poucos meses, aliada às grandes quantidades perdidas por escoamento superficial (Figura 1), diminuem as condições de sucesso para os cultivos dependente de chuvas.

No Semiárido brasileiro, a precipitação pluviométrica oscila entre 200 mm e 800 mm, o que o torna a região semiárida mais chuvosa do planeta. As altas taxas de evaporação, em média de 2.000 mm por ano, são quase três vezes maior que a média da chuva da região. E como agravante, tem-se ainda a distribuição irregular das chuvas no tempo e no espaço, o que garante ou não o sucesso das atividades agropastoris e, conseqüentemente, a sobrevivência das famílias agricultoras de base familiar.

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva



Figura 1. Água perdida por escoamento superficial na zona rural de Ouricuri, PE, após chuva de 30 mm.

Essas características demonstram que, para as famílias conviverem com as diferenças do clima do Semiárido, é necessário que disponham, em seus agroecossistemas, de reservatórios para armazenar a água da chuva para o período de estiagem.

Atualmente, existe um conjunto de tecnologias sociais de captação de água de chuva que vem sendo utilizado em todo o Semiárido brasileiro por programas de políticas públicas, visando ao maior aproveitamento da água de chuva. Essas tecnologias promovem o uso eficiente da água, a manutenção da sua quantidade e qualidade, possibilitando o acesso regular e permanente a alimentos, e garantindo a nutrição e a saúde das famílias agricultoras da região.

A barragem subterrânea é uma das tecnologias sociais que têm contribuído para o melhor convívio das famílias com o Semiárido, por proporcionar o acesso à água para a exploração agrícola e para consumo humano e animal, diminuindo os riscos da agricultura dependente de chuva (Figura 2).

Foto: Maria Sonia Lopes da Silva



Figura 2. Barragem subterrânea, Sítio Bananeiras, São José da Tapera, AL.

Conceito, objetivo e função

- A barragem subterrânea é uma tecnologia de armazenar a água da chuva dentro da terra para produção de alimentos e consumo pelos animais.
- Tem como objetivo barrar a água da chuva que escoar dentro e/ou acima do solo, por meio de uma parede construída dentro da terra, no sentido transversal à descida das águas.
- Possui a função de elevar o nível da água dentro do solo, por meio de infiltração, ficando, assim, disponível para utilização pelas plantas.
- Esse tipo de barragem proporciona um armazenamento da água dentro do solo, com perdas mínimas por evaporação, mantendo-o úmido por um período maior de tempo. A depender das chuvas ocorridas, a umidade permanece no solo por 3 a 6 meses, ou seja, até quase o fim do período seco, permitindo o plantio mesmo em época de estiagem.

Componentes

- Área de plantio (Ap) – consiste na própria bacia de drenagem, ou seja, a área de plantio é a mesma de captação e armazenamento (Figura 3).
- Área de captação/acumulação/armazenamento (Ac) - é a bacia de drenagem ou bacia de acumulação. É a área coletora da água de chuva.
- Parede da barragem ou balde (Pa) - possui a função de impedir o caminho (fluxo) de água superficial e subterrânea, formando e/ou elevando o nível da água (nível do lençol freático) dentro do solo. Há alguns tipos de materiais (alvenaria, plástico de polietileno, barro batido etc.) que podem ser utilizados na construção da parede, entretanto o plástico, pela praticidade e economia, é o mais utilizado.
- Sangradouro (S) - possui a função de eliminar o excedente de água da área de captação/plantio em anos de muita chuva.

- Poço (P) - reservatório de água subterrânea armazenada na barragem, instalado na área de captação de água/plantio. A água do poço é utilizada para consumo pelos animais e para pequenas irrigações no entorno da barragem subterrânea, possibilitando que as famílias produzam por um período maior de tempo após as chuvas.

Desenhos (A e B): Jhones Gomes Lopes

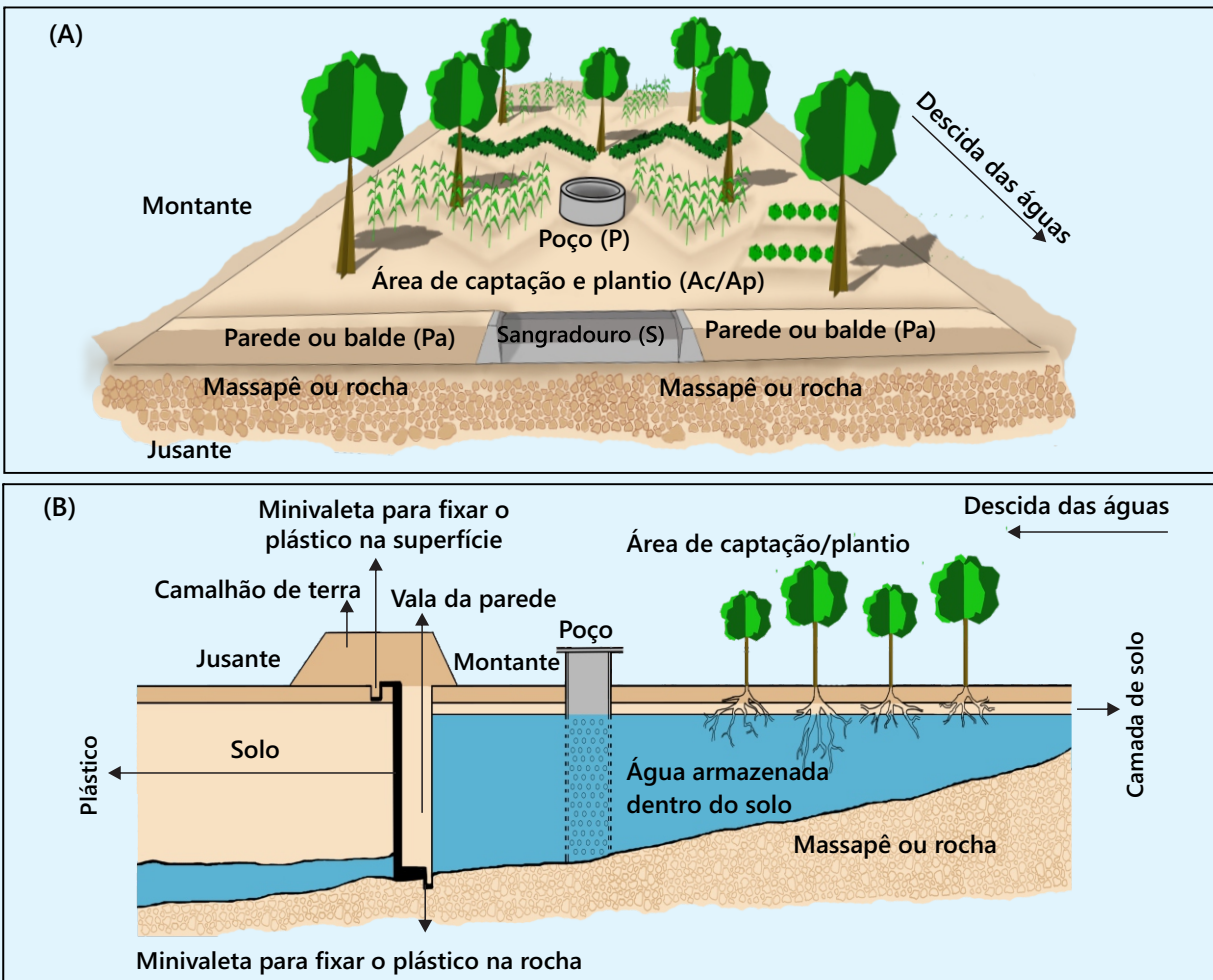


Figura 3. Barragem subterrânea com seus componentes (A); corte transversal mostrando funcionamento da barragem subterrânea (B).

Tipos

Barragem subterrânea submersa

É aquela que possui a sua parede totalmente dentro do solo (Figura 4), barrando apenas a água subterrânea. A barragem subterrânea submersa é recomendada para ambientes de leito de rio ou riacho de grande vazão. Para esse tipo de barragem subterrânea, é recomendado que após o fechamento da vala, seja colocada uma pequena camada de solo, de pedras, de alvenaria ou de pneus, entre outros materiais, para proteger a parede da erosão e manter uma pequena lâmina de água por alguns dias, na superfície.

Foto: Maria Sonia Lopes da Silva



Figura 4. Barragem subterrânea submersa com proteção da parede de alvenaria (A); barragem subterrânea submersa onde a proteção da parede é com solo e pedra (B).

Fonte (B): Costa (2004)

Barragem subterrânea submersível

É aquela formada por uma parede que parte da camada impermeável ou rocha até uma certa altura acima da superfície do terreno, objetivando barrar, além da água subterrânea, a superficial também. Isso permite que, na época das chuvas, seja formada uma pequena vazante na área de captação/plantio (bacia de acumulação) (Figura 5). Essa água acumulada vai se infiltrando lentamente, proporcionando um maior armazenamento dentro do solo e, conseqüentemente, uma maior quantidade de água disponível às culturas por um maior período de tempo, após as chuvas. Esse tipo de barragem subterrânea pode ser implantado em leito de rio e riacho de média vazão, córregos e em linhas de água/caminhos d'água/linhas de drenagem. A sua parede pode ser de alvenaria, concreto, argila compactada (barro batido) ou de plástico. A escolha do material vai depender da sua disponibilidade na região e da localização da barragem.

Foto: Regimere Melo



Figura 5. Barragem subterrânea submersível no período da chuva, Fazenda Cacimbinhas (Sítio Três Marias), em Senador Rui Palmeira, AL.

Modelos

Barragem subterrânea submersível - modelo Embrapa

Efetivamente, as pesquisas realizadas com barragem subterrânea submersível, no Brasil, foram iniciadas pela Embrapa Semiárido localizada em Petrolina, PE, a partir de 1982. Este modelo tem como inovação a construção em linhas de drenagem natural e o uso do plástico de polietileno de 200 micras, como material impermeabilizante para a parede e com profundidade do talude de, no máximo, 4,0 m a 4,5 m. Nesse estudo, foram também avaliados o uso e o manejo do solo e da água da área de plantio/captação (Figura 6). As principais vantagens deste modelo são: i) a ampliação de áreas para construção fora de rios ou riachos contemplando assim mais agricultores; e ii) o barateamento dos custos com a introdução do plástico como impermeabilizante. Neste modelo, a implantação das barragens subterrâneas se dá fora de áreas aluviais que, geralmente, não se constituem em ambientes propícios para a construção de poços dos tipos amazonas ou cacimbões. Mesmo sem o poço, este modelo permite o cultivo por 3 a 5 meses após às chuvas. Entretanto, em casos especiais, e quando o ambiente for propício, pode ser instalado um poço.

Foto: Carlos Alberto da Silva



(A)



(B)

Foto: Maria Sonia Lopes da Silva

Figura 6. Barragem subterrânea submersível modelo Embrapa, Dormentes, PE (A); barragem subterrânea submersível modelo Embrapa, Estação Experimental de Manejo da Caatinga, Embrapa Semiárido, Petrolina, PE (B).

Barragem subterrânea submersa - modelo Costa & Melo

A partir de 1988, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) começou seus estudos testando um novo modelo de barragem subterrânea submersa, que, em homenagem aos seus autores, recebeu a denominação Costa & Melo. A inovação do modelo diz respeito à: i) localização em leito de rio ou riacho de forte vazão; ii) estrutura de grande porte; e iii) construção de um poço amazonas e um poço de recarga, um ao lado do outro, dentro da área de captação/plantio. Neste modelo, foi mantida a parede de plástico do modelo Embrapa. Ele é muito utilizado pelas empresas de extensão rural de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará (Figura 7). Embora não seja imprescindível, é aconselhável, quando de sua construção, fazer um enrocamento de pedras de pequena altura (cerca de 0,5 m), sobre a barragem subterrânea (plástico enterrado), visando a proteger o plástico.



Figura 7. Barragem subterrânea submersa modelo Costa & Melo com detalhe do poço e proteção da parede (A); barragem subterrânea submersa modelo Costa & Melo com produção de mandioca (B).

Fonte (A): Oliveira et al. (2010)

Fonte (B): Costa (2004)

Barragem subterrânea submersível - modelo ASA Brasil

A Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), por meio do Programa Uma Terra, Duas Águas (P1+2), introduziu algumas inovações aos modelos anteriores para melhor atender às necessidades das famílias agricultoras. O modelo ASA (Figura 8) tem como inovação: I) introdução do poço cacimbão em barragens subterrâneas de pequeno porte; ii) sangradouro à base de concreto com muretas de proteção; e iii) instalação de uma caixa-d'água e de uma eletrobomba. Com estas inovações, a ASA propiciou às famílias agricultoras um modelo de barragem subterrânea com produção de água no poço localizado dentro da área de plantio, que é bombeada para a caixa-d'água e, por gravidade, irriga áreas ao redor da barragem subterrânea. A inovação da irrigação por gravidade adicionou um ganho significativo à tecnologia, por permitir um uso mais eficiente da água no período de estiagem. As barragens subterrâneas que possuem poço persistem com umidade por maior período de tempo. A depender das chuvas ocorridas, a umidade pode permanecer chegando até quase o fim do período seco.

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva



Figura 8. Barragem subterrânea submersível modelo ASA com detalhe do sangradouro (A); barragem subterrânea submersível modelo ASA com detalhe da caixa-d'água (B).

Barragem subterrânea submersível - modelo Serra Negra do Norte

Este modelo foi utilizado pela primeira vez no município de Serra Negra do Norte, RN, daí a sua denominação. As barragens subterrâneas Serra Negra do Norte (Figura 9) se diferenciam dos outros modelos, em virtude do seu maior porte e maior capacidade de acumulação de água, tanto superficial como subterrânea, o que exige sangradouros com grande estrutura de concreto. Outra característica deste modelo é que a sua construção é feita de forma sequenciada, possibilitando a perenização de trechos de rios intermitentes. É o modelo que tem maior custo devido à necessidade de estudos topográficos e estruturas de concreto que suporte rios competentes. É um modelo muito utilizado na região do Seridó e nos municípios de Umarizal, Caraúbas e Campo Grande, RN. Há também informações de uso desse modelo no Estado de Pernambuco.

Fotos: Alexandre de Oliveira Lima




Figura 9. Barragem subterrânea submersível modelo Serra Negra do Norte (A); barragem subterrânea submersível modelo Serra Negra do Norte, mostrando detalhe do lençol d'água formado após chuvas (B).

Seleção de local – parâmetros de construção

Na escolha do local adequado para construção de uma barragem subterrânea, deve-se levar em consideração alguns aspectos técnicos e sociais, tais como:

- Local: podem ser construídas em leitos de rio, riacho ou em linhas de drenagem naturais, também chamadas de linhas ou caminhos d'água.
- Capacidade de armazenamento do reservatório: não construir em áreas próximas às nascentes, devido à baixa recarga local. A construção de barragem subterrânea deve ser realizada em local que possua uma razoável área de recarga e, conseqüentemente, uma boa reserva de água. Caso seja construída próximo das nascentes, atentar para não criar muitas expectativas de ter água armazenada por período significativo de tempo.
- Solo: os solos mais adequados são os aluviais, porém, os solos de textura que variam de média a arenosa (grossa) apresentam ótimo potencial para os modelos Embrapa e ASA. Em solos muito arenosos e secos, ocorrem constantes desmoronamentos dos taludes, o que dificulta o trabalho. Nesses solos, facilmente se encontra a água, que deve ser bombeada para baixar seu nível e permitir a escavação até a camada impermeável.
- Camada impermeável (massapê, piçarra, cabeça de carneiro, salão etc.) ou rocha: deve estar a uma profundidade efetiva mínima em torno de 1,5 m, para justificar o barramento e, no máximo, de 4,0 m – 4,5 m (nos modelos Embrapa e ASA). A profundidade máxima pode ultrapassar este limite, mas deve ser dada atenção para o perigo de desmoronamento, principalmente em casos de solos arenosos.
- Relevo: a declividade deve ser de, no máximo, 0,4% a 2,0%, para proporcionar uma maior área de molhamento.





*Colher a água
Reter a água
Guardar a água
Quando a chuva cai do céu.
Guardar em casa
Também no chão
E ter a água se vier a precisão...*

Roberto Malvezzi - Gogó

- Qualidade da água: de preferência sem problemas com sais.
- Vazão do rio, riacho ou linhas de drenagem: evitar áreas que possuam vazão média anual forte a muito forte, quando da locação da maioria das barragens submersíveis, evitando-se, assim, problemas de rompimento na parede e sangradouro. Neste caso, é aconselhável a construção de barragem subterrânea submersa ou barragem submersível Serra Negra do Norte.
- Clima: quando se deseja implantar uma unidade de barragem subterrânea, é importante ter conhecimento das condições do clima, principalmente da frequência e média anual das chuvas, sua intensidade e sua duração; além da variação de temperatura e umidade local, que influenciam na eficiência e na escolha do tipo e modelo de barragem subterrânea a serem adotados. O local deve possuir uma precipitação pluviometria média mínima de 200 mm anuais, bem distribuída, para proporcionar acúmulo na barragem subterrânea. As barragens subterrâneas são apropriadas para regiões de clima seco e com deficiência de chuva.
- Rocha: deve-se ter uma noção prévia sobre o tipo de rocha que ocorre na área. As rochas duras (rochas cristalinas) são as mais recomendadas por serem impermeáveis, como por exemplo as rochas denominadas ígneas (granito) e metamórficas (gnaisse). Rochas moles não são recomendadas para construção de barragem subterrânea porque são permeáveis e absorvem umidade. Exemplo disso são as rochas sedimentares (arenito, calcário etc). Deve-se ter cuidado que, mesmo nas rochas duras, podem ocorrer as fraturas e mergulhos, ocasionando perda de água na área de acumulação/plantio.
- Empoderamento da família agricultora: a seleção da família a ser beneficiada é de extrema importância. Atentar para sua necessidade e o seu querer, a fim de que haja o efetivo aproveitamento da tecnologia.

Etapas de construção

Mobilização e seleção das famílias

Diz respeito ao processo de escolha das comunidades e de mobilização das famílias agricultoras que serão contempladas com a implantação de barragens subterrâneas. Nesta etapa, é importante a participação das comunidades no estabelecimento de critérios para a escolha das possíveis famílias que serão beneficiadas com a tecnologia.

Seleção do local

A época ideal para construção de barragem subterrânea é no período seco, após 4 a 5 meses do término das chuvas, o que facilita o trabalho de construção, principalmente escavação da vala e chumbamento da lona. É recomendado que se faça uma caminhada na propriedade (Figura 10), ao mesmo tempo em que se tenha uma conversa inicial com a família sobre a direção para onde a água escoa, informações da força com que a água corre, inclinação do terreno, tipo de solo, profundidade, qualidade da água dos mananciais próximos, entre outras informações. Um critério prático é o ponto de encurtamento do rio ou riacho, ou seja do local onde ocorre o estreitamento, também chamado de “garganta”.

Foto: Manoel B. de Oliveira Neto



Foto: Wandro Verício dos Reis



Figura 10. Percorrendo a propriedade (A); conversa entre técnicos e a família (B).

Definição do local das ombreiras da parede

Após definir o local onde será construída a barragem subterrânea, recomenda-se medir o nível do terreno (Figura 11), para determinação do local das ombreiras (extremidades da parede, que corresponde a parte mais rasa da barragem subterrânea), bem como planejar o comprimento da barragem e onde passará o sangradouro. Em seguida, recomenda-se abrir, pelo menos, três trincheiras para sondagem do terreno, ao longo da linha na qual será aberta a vala da parede, até a piçarra ou rocha. Esse trabalho visa à verificação da profundidade da camada impermeável, textura e outras características do solo. Duas das três trincheiras devem ser abertas em cada ombreira e uma terceira na parte mais profunda, por onde passará o sangradouro. Se houver necessidade, pode-se realizar mais sondagens e abrir mais trincheiras. Uma forma prática de se certificar que a piçarra ou rocha foi atingida é colocar dois ou três baldes d'água nas três trincheiras abertas, se no outro dia a água estiver no mesmo nível, deve-se abrir a vala porque já se atingiu a camada impermeável. Caso contrário deve-se cavar mais. Ao final, a parede pode ser reta ou ter o formato de arco, a depender do nivelamento das ombreiras.

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva



Figura 11. Medição do nível com mangueira.

Avaliação das trincheiras

Essa é uma etapa importante, pois possibilita a verificação da profundidade em que se encontra a rocha e o tipo textura do solo antes da abertura da vala (Figura 12). Não é necessário ser um especialista para fazer esse exame, basta possuir conhecimento dos parâmetros de construção de barragem subterrânea e, principalmente, saber distinguir os tipos de textura (argilosa, média e arenosa). Lembrando que a textura argilosa não é recomendada para barragem subterrânea em virtude da sua lenta infiltração no solo, maior dificuldade de se manejar, além de favorecer o aumento de sais no solo.

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva

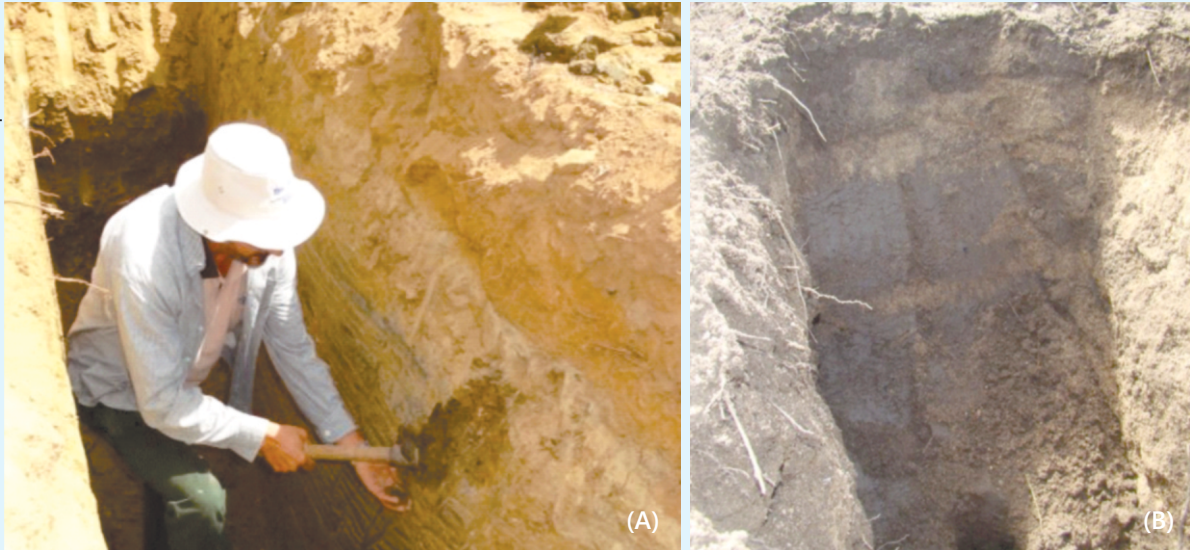


Figura 12. Exame da textura (A); exame da profundidade (B).

Abertura da parede

Esta etapa consiste na escavação da vala da parede, após o exame das trincheiras (Figura 13). A escavação pode ser manual ou mecânica, por meio do uso de retroescavadeira.

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva (A, B e D) e José Gouveia de Figueiroa (C)



Figura 13. Abertura com retroescavadeira (A); abertura manual (B); exame das características do solo; acabamento da abertura da vala (D).

Limpeza da parede e abertura de minivaletas

Consiste na retirada de materiais pontiagudos (raízes, pedras, torrões) para evitar perfuramento do plástico. Para maior segurança, deve-se fazer um reboco com areia, cimento e água ou barro e água, ao longo da parede na qual o plástico vai encostar, principalmente nos locais nos quais não se consegue cortar ou retirar o material pontiagudo. Também é recomendado fazer uma minivaleta no fundo da vala, no lado contrário onde o plástico vai ser levado (montante), a fim de fixá-la com massa de cimento, areia e água. É aconselhável, ainda, varrer o fundo da vala para retirada do resto de material pontiagudo (Figura 14).

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva



Figura 14. Limpeza da parede, reboco de alguns locais e detalhe da minivaleta (A); varrição do fundo da vala e detalhe da minivaleta (B).

Colocação e chumbamento do plástico na camada impermeável (rocha)

Deve-se estender o plástico ao longo da vala aberta (Figura 15) e chumbá-lo na minivaleta com argamassa de cimento e areia (proporção 1:4), evitando-se, assim, o seu deslocamento no momento de fechar. O plástico, que se constitui na parede, deve ser estendido com temperaturas baixas e ventos brandos, de preferência de manhã cedo. Isso evita que se formem bolsões de ar provocados pelo vento e aquecimento do plástico, com conseqüente dilatação e perfuração. Também, recomenda-se trabalhar de manhã cedo para evitar o calor forte dentro da vala.

Fotos (A) e (C): Maria Sonia Lopes da Silva



Fotos (B) e (D): Roseli Freire de Melo

Figura 15. Desenrolamento do plástico (A); estiramento do plástico (B); chumbamento do plástico no fundo da vala, na minevaleta (C); vala com plástico estendido (D).

Fechamento da vala da parede

O fechamento da vala tanto pode ser manual ou com pá mecânica (Figura 16). Antes de retornar a terra para dentro da vala, deve-se retirar as pedras, torrões e raízes maiores e mais pontiagudas. É recomendado que a primeira camada de terra devolvida a vala seja efetuada manualmente para evitar deslocamento do plástico no fundo desta. Não pisar na lona nem no fundo quando tiver chumbando, muito menos na superfície do solo, quando do manuseio para estendê-la e no fechamento da vala. Após a barragem subterrânea pronta, deve-se procurar manter a parede coberta pela vegetação espontânea (mato) que é roçada após as chuvas e deixada em cobertura.

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva



Figura 16. Fechamento da vala por meio de mutirão de agricultores (A); fechamento com máquina (B).

Sangradouro

Em barragem subterrânea submersível, recomenda-se a construção de um sangradouro para eliminar o excesso de água em caso de chuva forte. Os sangradouros para os modelos Embrapa e ASA são diferentes, apesar de guardarem certas semelhanças entre si. Ultimamente, visando à eficiência na sua estrutura, têm-se utilizado a junção dos dois como descrito a seguir. É aconselhável a construção de sangradouros com boa sustentação à base de concreto, que é constituído de cimento, areia, brita e vergalhão de ferro, a fim de dificultar rompimento em anos de chuvas fortes. Recomenda-se fazer “degraus” suaves (“espinhas de peixe”), escoras de sustentação ou calçada/rampa (Figura 17) no lado em que o excesso de água vai passar (a jusante), para amortecer a velocidade da água e evitar erosão. Sempre colocar pedras antes (montante) e depois (jusante) do sangradouro ou deixar a vegetação espontânea crescer, prevenindo processos de erosão futuros. Após a barragem subterrânea finalizada (Figura 18), procurar sempre dar manutenção ao sangradouro, mantendo-o sem rachaduras.

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva



Figura 17. Sangradouros com diferentes modelos de como escoar a água à jusante: degraus (A); escoras de sustentação (B); calçada/rampa (C).

Foto: Maria Sonia Lopes da Silva



Figura 18. Barragem subterrânea submersível finalizada com todos os seus componentes.

Manejo do solo e da água

Manejo do solo

No manejo da barragem subterrânea é recomendado o uso de práticas agroecológicas. O preparo da área de plantio deve ser feito à semelhança da agricultura de vazante, no começo das chuvas, em curva de nível (Figura 19) e, preferencialmente, com a utilização de implemento à tração animal.

A cada dez linhas de plantio é recomendado abrir um sulco de contenção ou colocar um cordão de pedra para diminuir a força das enxurradas, em casos de chuvas fortes e de longa duração.

Fotos: Carlos Alberto Silva



Figura 19. Plantio em curva de nível (A) e preparo do solo à tração animal (B).

Outras práticas culturais e de manejo do solo que também devem ser utilizadas são:

- Rotação de cultura.
- Cultivo consorciado (Figura 20).

- Adubação com utilização de esterco, biofertilizantes, compostos orgânicos, tortas vegetais, adubação verde, cobertura morta, em quantidades conforme necessidade do solo.
- Controle de pragas e doenças com utilização de macerados de plantas, a exemplo do nim e da urtiga.

Foto: Cláudio Evangelista Santos



(A)



(B)

Foto: Gizélia Barbosa Ferreira

Figura 20. Cultivos consorciados (A) e (B).

Manejo da água

Devido à alta evapotranspiração anual e à grande variabilidade das chuvas no Semiárido brasileiro, é indispensável que se faça:

- Monitoramento da qualidade do solo e da água, por meio de uma análise conhecida como condutividade elétrica (CE), no mínimo a cada 2 anos, e por meio de sintomas visuais no solo (branqueamento), de sabor na água e da inibição do desenvolvimento dos cultivos.
- Instalação de poço (Figura 21) na área de plantio, quando possível.
- Na ausência do poço, é recomendado instalar, no mínimo, três piezômetros (poços de observação), que são canos de PVC de 4 polegadas, até a camada impermeável, ao longo da barragem subterrânea, para acompanhamento do nível do lençol freático e coleta da água para análise. Recomenda-se manter esse cano tampado.

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva

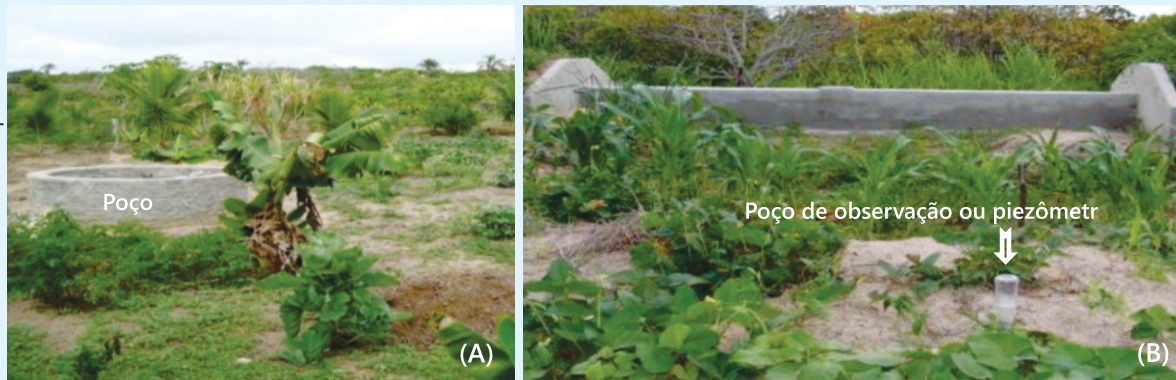


Figura 21. Poço instalado dentro da área de plantio da barragem subterrânea (A); piezômetro instalado dentro da área de plantio da barragem subterrânea (B).

Cultivos

Conforme interesse da família, a barragem subterrânea possibilita o cultivo de milho, feijão, forrageiras, flores, plantas condimentares, macaxeira, mandioca, cana-de-açúcar, arroz, batata-doce, hortaliças, fruteiras, plantas medicinais, entre outros.

Potencialidades

- Não há perdas de áreas agricultáveis para o armazenamento de água como ocorre nas barragens de superfície.
- Permite o cultivo após as chuvas.
- Diminui o índice de poluição bacteriana superficial, devido ao seu armazenamento subterrâneo.
- Diminui a evaporação da água.



- Baixo custo e facilidade de construção, embora requeira critério, conhecimento, cuidado e atenção.
- Proporciona diversificação de cultivos.
- Reduz riscos de perdas da lavoura.
- Contribui para a geração de renda.
- Mantém a mão-de-obra familiar produtiva, principalmente de mulheres e jovens.
- Contribui com a soberania e a segurança alimentar e nutricional.

Limitações

- Não se adapta a qualquer ambiente, principalmente com relação a relevo, solo e geologia.
- Pode ocorrer risco de salinização quando manejada incorretamente e construída em local não adequado.

Custos

O valor de uma barragem subterrânea varia conforme:

- Comprimento da parede e profundidade do solo.
- Tamanho e tipo de sangradouro.
- Existência ou não de poço.
- Abertura manual ou mecanizada.
- Tipo e modelo.

Em média, o custo oscila entre:

- R\$ 15.000,00 (US\$ 2.845,54) a R\$ 25.000,00 (com poço, caixa-d'água, bomba e mangueira para irrigação - US\$ 4.742,57).

Observação: USD 1,00 = BRL 5,27

Reflexões

- Antes de se construir qualquer estrutura hídrica no Semiárido brasileiro é recomendado levar em consideração a média de chuva da região e os anos atípicos (excesso ou falta de chuva), bem como o ambiente no qual se pretende realizar a implantação. É determinante no estabelecimento de uma unidade produtiva de barragem subterrânea (Figura 22) que se saiba o tipo e o modelo a ser utilizado. Isso dependerá do local disponível, do ambiente (leito de rio ou linhas de drenagem), da vazão da água, do relevo/ declividade e do tipo de solo e sua profundidade.
- É fundamental, para a equipe técnica envolvida na construção de barragem subterrânea, observar a bacia hidrográfica e não apenas o local onde se está construindo a fim de evitar impactos na recarga da área no seu entorno.
- Nos períodos críticos de escassez de chuvas, algumas barragens subterrâneas podem não formar reserva hídrica, mas proporcionam, quase sempre, uma colheita a mais.
- A Embrapa e a ASA têm tido importante papel no desenvolvimento de pesquisas e na mobilização para a implantação de tecnologias sociais hídricas que vêm proporcionando melhor convívio das famílias agricultoras com o Semiárido.

Fotos: Maria Sonia Lopes da Silva



Figura 22. Barragem subterrânea submersível com produção diversificada - Sítio Bananeiras, São José da Tapera, AL.

- O que se busca com a técnica da barragem subterrânea é a melhoria das condições de vida no meio rural, por possibilitar tanto o cultivo de espécies para o consumo das famílias agricultoras e a comercialização de excedentes em feiras livres da região, como também para alimentação dos animais (Figura 23).
- Para que a barragem subterrânea atenda às expectativas de aumento da capacidade produtiva, integrando-se ao sistema familiar de produção de alimentos, todas as etapas de construção são fundamentais e devem ser seguidas. Outro ponto determinante é a capacitação da família para a definição do sistema produtivo que será implantado. As famílias e técnicos locais devem decidir juntos a forma de uso e manejo adequado da água, do solo e de cultivos que serão adotados na unidade de produção construída.
- A barragem subterrânea cria oportunidades para geração de valor e produção de riqueza, por proporcionar o aumento ao acesso e usos múltiplos da água, que promove a resiliência, a sustentabilidade e fortalece a capacidade de reprodução social, econômica e ecológica das famílias agricultoras de áreas de escassez da água de chuva.
- Os agroecossistemas com barragem subterrânea ou com qualquer outra tecnologia social constituem um produtivo espaço de troca de saberes e experiências estabelecido entre agricultores, estudantes, professores, técnicos e pesquisadores. É um espaço solidário, no qual a autogestão valoriza o protagonismo dos verdadeiros sujeitos da ação, os agricultores familiares.

Foto: Maria Sonia L. Silva



Figura 23. Barragem subterrânea submersível com produção de forragem - Fazenda Pilãozinho, Serra Talhada, PE.

Literatura recomendada

BOTELHO, A. R.; BARBOSA, A. G.; RIBEIRO, C. A.; FLAVIO, G. **Barragem subterrânea**. Recife: ASA, 2011. 23 p. (ASA Brasil. Tecnologias sociais para convivência com o Semiárido. Série Estocagem de Água para produção de alimentos). Disponível em:

https://issuu.com/articulacaosemiario/docs/cartilha_barragem-subterranea_edita

BRITO, L. T. de L.; SILVA, M. S. L. da; ANJOS, J. B. dos; OLIVEIRA NETO, M. B. de; BARBOSA, A. G. Tecnologias de captação, manejo e uso da água de chuva no setor rural. In: SANTOS; D. B. dos; MEDEIROS, S. de S.; BRITO, L. T. de L.; GNADLINGER, J.; COHIM, E.; PAZ, V. P da S.; GHEYI, H. R. (Ed). **Captação, manejo e uso da água de chuva**. Campina Grande, PB: INSA. 2015. P. 241 – 272. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153087/1/2016-130.pdf>

CAVALCANTI, A.; LINS, F. E.; FARIAS JÚNIOR, M.; MORAIS, V. de M. **Barragem subterrânea: um jeito inteligente de guardar água na terra**. Recife, PE: Diaconia, 2006. 46 p. (Diaconia. Série Recursos Hídricos).

COSTA, W. D.; LIMA, C. N. (Ed.). **Barragens Subterrâneas & Barragens de Assoreamento Conceitos e Construção**. Cadernos do Semiárido: riquezas & oportunidades. 2. ed. rev. Recife, PE: UFPE, v. 3, n.1, 2015. 48 p. Disponível em:

<http://www.ipa.br/novo/pdf/cadernos-do-semiarido/3---barragenssubterraneas--barragensdeassoreamento.pdf>

FERREIRA, G. B. **Sustentabilidade dos agroecossistemas com barragens subterrâneas no Semiárido paraibano**. São Carlos: UFScar, 2012. 139 f. Dissertações (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/117/4332.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FERREIRA, G. B.; COSTA, M. B. B. da; SILVA, M. S. L. da; MOREIRA, M. M.; GAVA, C. A. T.; CHAVES, V. C.; MENDONÇA, C. E. S. Sustentabilidade de agroecossistemas com barragens subterrâneas no semiárido brasileiro: a percepção dos agricultores na Paraíba. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 6, n.1, p. 19-36, 2011. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36516/1/Artigo-publicacao-Resv.Bras.Agroecologia.pdf>

LIMA, A. de O. **Nova abordagem metodológica para locação, modelagem 3d e monitoramento de barragens subterrâneas no semiárido brasileiro**. Natal: UFRN, 2013. 248 f. Tese (Tese em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em:

<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/117/4332.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LIMA, A. de O.; DIAS, N. da Silva; FERREIRA NETO, M.; SANTOS, J. E. J. dos; REGO, P. R. do A.; LIMAFILHO, F. P. Barragens subterrâneas no semiárido brasileiro: análise histórica e metodologias de construção. **Revista Brazilian Journal of Irrigation and Drainage-Irriga**, v. 18, n. 2, p. 200-211, abril-junho, 2013. Nota Técnica. Disponível em:

<https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/549/360>

LIMA, A. de O.; LIMA-FILHO, F. P.; DIAS, N. da S.; REIS JÚNIOR, J. A. dos; SOUSA, A. de M. GPR 3D profile of the adequateness of underground dams in a sub-watershed of the brazilian semiarid. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 31, n. 2, p. 523-531, abr-jun., 2018. Nota Técnica. Disponível em:

<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/6762/pdf>

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; PEREIRA, L. A.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, M. S. L. da. **Barragem subterrânea**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 2 p. (Embrapa Semiárido. Instruções Técnicas, 96). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54893/1/INT96.pdf>

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; SILVA, M. S. L. da; PEREIRA, L. A.; BRITO, L. T. de L. **Barragem subterrânea: tecnologia para armazenamento de água e produção de alimentos**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013. 8 p. (Embrapa Semiárido. Circular técnica, 104). Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93400/1/CTE104.pdf>

NASCIMENTO, J. W. B. do; AZEVEDO, M. A. de; SOAHD, A. R. F. **Barragens subterrâneas**. Campina Grande: UFCC/Gráfica Agenda, 2008. 96p.

NASCIMENTO, A. F. do. SILVA, M. S. L. da; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAHYBA, R. da B. V.; AMARAL, A. J. do. **Caracterização geoambiental em áreas de barragens subterrâneas no Semiárido brasileiro**. Embrapa Solos UEP Recife, 2015. 54 p. (Embrapa Solos. Documentos, 180). Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/147975/1/Doc-180-Barragem-Subterranea.pdf>

OLIVEIRA, J. B. de; ALVES, J. J.; FRANÇA, F. M. C. **Barragem subterrânea**. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010. 31p. (Cartilhas temáticas tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido, 3).

ROCHA, J. C. da; ANDRADE, L. I. de; FREIRE, A. G.; ARRAES, M.F.; SILVEIRA, L.M. da; SILVA, M. R. da; MENEZES, R. S. C.; PETERSEN, P. F. **Barrando água e terra na propriedade**. In: MENEZES, R. S. C; PETERSEN, P. F. Água das chuvas: promovendo vida no semi-árido. Recife: Universitária da UFRPE, 2007. p.11-13.

SILVA, M. S. L. da; ALMEIDA, C. R.; FERREIRA, G. B.; CERQUEIRA, P. R. S. **Tecnologias sociais hídricas para a convivência com o semiárido brasileiro**. In: RODRIGUES, L. N.; ZACCARIA, D. (ed.). Agricultura irrigada: um breve olhar. Fortaleza: Inovagri, 2020. cap. 26, p. 211-219. Disponível em:
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/221279/1/Tecnologias-sociais-hidricas-para-a-convivencia-com-o-semiarido-2020.pdf>

SILVA, M. S. L. da; ANJOS, J. B. dos; FERREIRA, G. B.; MENDONÇA, C. E. S.; SANTOS, J. C. P.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. **Barragem subterrânea: uma opção de sustentabilidade para a agricultura familiar do semiárido do Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 10 p. (Embrapa Solos. Circular Técnica, 36). Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPS-2010/13083/1/circtec36-2007barragem.pdf>

SILVA, M. S. L. da; LIMA, A. de O.; MOREIRA, M. M.; FERREIRA, G. B.; BARBOSA, A. G.; MELO, R. F. de; OLIVEIRA NETO, M. B. de. Barragem subterrânea. In: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L. da; BRITO, L. T. de L. (Ed). **Tecnologias de convivência com o Semiárido brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. p. 223-281. Disponível em:
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/201887/1/Barragem-subterranea-2019.pdf>

SILVA, M. S. L. da; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; AMARAL, A. J. do; PARAHYBA, R. da B. V.; TAVARES, S. C. C. de H.; WEBBER, D. C.; SILVA JUNIOR, J. F. da; OLIVEIRA, T. C. de; SILVA, A. F.; CUNHA, T. J. F.; MELO, R. F. de; RIBEIRO, C. A.; BARBOSA, A. G.; FERREIRA, G. B.; ROCHA, W. J. S. da; TORRES, L. **Barragem subterrânea: transformando vidas no Semiárido brasileiro**. Recife: Embrapa Solos, Articulação Semiárido Brasileiro; Maceió: Semarh, Sistema Faeal/Senar, 2021. (Embrapa Solos. Folder). Disponível em:
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222290/1/Folder-Barragem-subterranea->

SILVA, M. S. L. da; OLIVEIRA NETO, M. B. de; PARAHYBA, R. da B. V.; MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; CUNHA, T. J. F.; FERREIRA, G. B.; BARBOSA, A. G. **Barragem subterrânea: contribuindo com o desenvolvimento rural sustentável do Semiárido brasileiro**. Recife: Embrapa Solos; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 10 p. (Embrapa Solos. Cartilha). Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/182955/1/FL-12306.pdf>

SILVA, M. S. L. da; RIBEIRO, C. A.; FERREIRA, G. B.; SILVA, J. S. da; BARBOSA, A. G. **Barragem subterrânea: sustentabilidade socioecológica e econômica de agroecossistemas do Semiárido do Nordeste brasileiro**. In: MOURA, F. de B. P.; SILVA, J. V. (org.). Restauração na Caatinga. 2. ed. rev. e ampl. Maceió: Edufal, 2021. cap. 13, p. 201-218. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222222/1/Barragem-subterranea-sustentabilidade-socioecologica-e-economica-2021.pdf>

WEBBER, D. C.; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; BARROS, A. H. C.; SILVA, M. S. L. da; BOTELHO, F. P.; ROCHA, W. J. S. da; GUERRERA, A. D. L. **Subsídios geoambientais para a construção de barragens subterrâneas na região Semiárida do estado de Alagoas**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2020. E-book: il. color. (Embrapa Solos. Documentos, 215). Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214207/1/CNPS-DOC-215-2020.epub>



“A barragem subterrânea é mais uma técnica de guardar a água da chuva que temos na propriedade e que tem nos ajudado muito a sobreviver aqui no Carimataú.”

Dona Eliete, Sítio Salgado dos Souza, Solânea, Paraíba

“Eu vim conhecer a terra, trabalhar nela, foi depois da barragem subterrânea. Planto tudo: repolho, coentro, alface, tomate, feijão, milho, banana, mamão, graviola. Depois dessa barragem planto o que como.”

Dona Sonia Maria, Sítio Periperi, Buíque, Pernambuco



“Uma propriedade sem bode, boi e galinha não serve pro agricultor, é melhor viver na cidade. Depois da barragem subterrânea, tenho sempre capim pra dar de comer aos animais. Com a venda deles tiro o sustento da minha família.”

Seu Manoel Ferreira - Sítio Pilãozinho, Serra Talhada, Pernambuco.

“A gente só vivia na pisa. Agora depois da barragem subterrânea tudo mudou... mas mudou pra melhor.”

Seu Dedé, Sítio Bananeiras, São José da Tapera, Alagoas

“A Água da barragem subterrânea favoreceu o cultivo da palma que sustentou os animais nesta última seca.”

Seu Aderbal, Fazenda Alto Redondo, Canudos, Bahia

“A barragem subterrânea ajuda a gente ter mais garantia de alimentos, pra gente e pros animais, no período da chuva e depois dela.”

Seu João Miranda, Sítio Serra dos Mares, Remígio, Paraíba

Apoio:



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

