

13

Barragem subterrânea: sustentabilidade socioecológica e econômica de agroecossistemas do Semiárido do Nordeste brasileiro

Maria Sonia Lopes da Silva¹

Cláudio Almeida Ribeiro²

Gizelia Barbosa Ferreira³

Jaciana Salazar da Silva⁴

Antônio Gomes Barbosa⁵

¹ Engenheira Agrônoma, pesquisadora da Embrapa Solos UEP Recife. Rua Antônio Falcão, 402. Boa Viagem- Recife, PE. CEP 51020-230. sonia.lopes@embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo. Especialista em Agroecologia. Assessor Técnico da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA). R. Monte Alverne, 287 - Hipódromo, Recife, PE. CEP 52041-610 claudio.almeida@asabrasil.org.br

³ Engenheira Agrônoma. Professora do Instituto Federal de Pernambuco, Campus Vitória de Santo Antão. Propriedade Terra Preta Zona Rural, Vitória de Santo Antão, PE, CEP 55600-000. gizeliaferreira@gmail.com

⁴ Fisioterapeuta, bolsista Embrapa Solos UEP Recife. Rua Antônio Falcão, 402. CEP 51020-230. Boa Viagem- Recife, PE. jacianasalazar@gmail.com.

⁵ Sociólogo. Coordenador do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2). Articulação Semiárido Brasileiro (ASA). R. Monte Alverne, 287 - Hipódromo, Recife, PE. CEP 52041-610. barbosa@asabrasil.org.br

Introdução

A Embrapa Solos, há mais de uma década, vem desenvolvendo pesquisas com a tecnologia social hídrica barragem subterrânea no Semiárido do Nordeste brasileiro, por intermédio da sua Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento, localizada no Recife, visando a contribuir com as estratégias socioecológicas das famílias agricultoras da região, no enfrentamento das mudanças climáticas. As experiências são vivenciadas com as famílias e parceiros governamentais e da sociedade civil, de forma a promover a troca de saberes que muito tem contribuído com os avanços no uso adequado dos recursos naturais, com vistas à captação, a estocagem e o uso múltiplo da água de chuva.

A água representa o grande desafio para quem vive na região Semiárida brasileira (SAB), 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, limita o acesso à água para o consumo humano e de animais e para a produção agrícola. Estas características demonstram que, para as famílias conviverem com as diferenças do clima do Semiárido, é necessário que disponham de reservatórios para guardar a água da chuva para o período da estiagem. Dentre essas tecnologias, a barragem subterrânea se destaca pela oportunidade de produzir água suficiente para obtenção de alimentos e dessedentação animal.

Barragens subterrâneas no Semiárido do Nordeste brasileiro

A barragem subterrânea (BS) surgiu com agricultores interceptando/barrando leitos de rios e riachos intermitentes, visando a manter a água no solo por mais tempo. Ao longo do tempo esta prática vem sendo aperfeiçoada com a introdução de várias inovações que a tem tornado uma das protagonistas de vários programas de desenvolvimento voltados à Convivência com o Semiárido.

Na década de 1980, a Embrapa deu início as suas pesquisas com barragem subterrânea no Semiárido do Nordeste Brasileiro (SANB), através da Embrapa Semiárido, com o objetivo de proporcionar o redesenho dos agroecossistemas na região, por meio do aumento ao acesso e usos múltiplos da água para as famílias (Silva *et al.*, 2019).

A partir da década de 1990, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) começou seus estudos com barragem subterrânea no Estado de Pernambuco, viabilizando um modelo de BS em ambientes com maior vazão de água (BRITO *et al.*, 2015).

Ainda na década de 1990, a Sociedade Civil, por meio da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), também iniciou seus trabalhos com BSs, atuando no desenvolvimento social, econômico, político e cultural da região, com implantações de barragens subterrâneas, entre outras tecnologias (SILVA *et al.*, 2019).

Atualmente, a BS é uma das tecnologias sociais integrante de vários programas de políticas públicas para o Semiárido, por ser uma prática de baixo custo relativo operacional, simplicidade e replicabilidade funcional, atendendo a um número significativo de famílias. Segundo Ferreira *et al.* (2011), Os agroecossistemas com barragem subterrânea constituem um dinâmico espaço de troca de saberes e conhecimentos estabelecidos por meio dos inúmeros intercâmbios realizados entre agricultores, estudantes, professores, técnicos e pesquisadores nacionais e internacionais. É um verdadeiro espaço solidário, onde a autogestão valoriza o protagonismo dos verdadeiros sujeitos da ação. Para Lima *et al.* (2013), a lógica das famílias é o desenvolvimento sustentável com geração de trabalho e distribuição de renda, mediante um crescimento socioeconômico com proteção do ecossistema.

As relações de reciprocidade vivenciadas no âmbito das BSs reproduzem e consolidam ações sociais que intensificam a capacidade de sustentar a atividade de produção e de comercialização das famílias e de valorizar a sua aprendizagem. Contabilizando programas de governo, sociedade civil e iniciativas particulares, o quantitativo de unidades construídas e de famílias contempladas, em todo Semiárido brasileiro, é de aproximadamente 3.000, beneficiando cerca de 15.000 agricultores, tomando como base cada núcleo familiar constituído por cinco pessoas. Com a implantação desta tecnologia, o cultivo de uma grande variedade de hortaliças, fruteiras, espécies florestais e grãos está influenciando o redesenho dos agroecossistemas do SANB.

As pesquisas realizadas pela Embrapa contribuíram para a inovação da tecnologia, com a inclusão de linhas de drenagem/caminhos d'água como mais uma opção de local favorável para construção; com a redução nos custos com o uso das máquinas retroescavadeira e pá carregadeira; e, principalmente, contribuiu com a introdução da lona plástica de PVC ou polietileno de 200 micras de espessura como material impermeabilizante da parede das barragens subterrâneas (MELO *et al.*, 2013).

Nas pesquisas da Embrapa os beneficiários são parte integrante das ações e atividades desenvolvidas. Estas ações têm uma abordagem participativa, nas quais agricultoras, agricultores, pesquisadores, técnicos e estudantes constituem os protagonistas que atuam nos territórios rurais do SANB para identificar, caracterizar, construir, avaliar, validar, sistematizar, socializar e irradiar as experiências dos resultados de projetos e de atividades estruturantes.

A barragem subterrânea está presente em todo Semiárido brasileiro com participação efetiva nas dinâmicas socioecológicas e econômicas das famílias que detêm a tecnologia. Entretanto, no contexto das pesquisas e ações estruturantes de irradiação da tecnologia pela Embrapa Solos UEP Recife e seus parceiros, os estudos foram e/ou estão sendo desenvolvidos em sete dos dez estados, abrangendo 21 municípios (Figura 1).

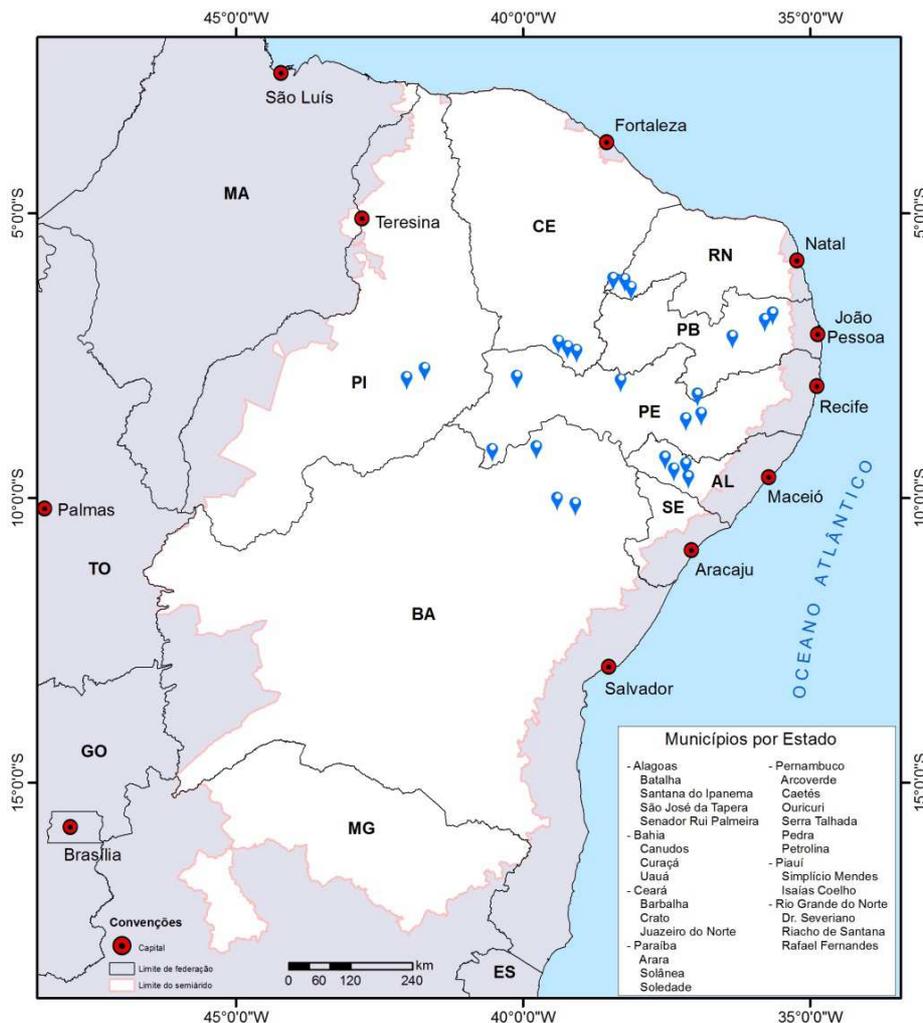


Figura 1. Mapa mostrando a atuação da Embrapa Solos UEP Recife no Semiárido do Nordeste brasileiro. Elaborado: Laboratório de Geoprocessamento/ Davi Ferreira Silva (2020).

Parcerias estabelecidas no âmbito de barragem subterrânea

A Embrapa Solos UEP Recife conta com uma equipe multi e interdisciplinar, onde as complementaridades de competências interinstitucionais maximizam a eficiência do desenvolvimento das atividades, para que, de forma participativa com as famílias agricultoras, contribua com o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro. Os projetos de pesquisas e ações estruturantes de irradiação da BS, no Brasil, são desenvolvidos numa ação conjunta entre: as famílias agricultoras, Unidades da Embrapa, Universidades Estaduais e Federais, Institutos Federais, Governos de Estado, (Semarh, Seagri e Emater), Instituto Nacional do Semiárido (Insa) e com as Organizações Não Governamentais associadas a Rede ASA. Quanto às parcerias internacionais, têm sido estabelecidas cooperações técnicas com instituições da Suíça, Honduras, Moçambique e Cabo Verde. Nestas cooperações foram efetuadas atividades de capacitações sobre aspectos técnicos construtivos e captação, armazenamento e uso múltiplos da água e manejo do solo e da água/irrigação em ambiente de barragem

subterrânea, para técnicos e agricultores, além da construção de unidades pilotos em Moçambique e Cabo Verde.

Origem, tipos e modelos de barragem subterrânea

- *Origem*

Há registros do uso de barragens subterrâneas que remontam à época do Império Romano. Desde o início do século XVIII, as barragens subterrâneas vêm sendo utilizadas principalmente no Norte e Sudeste da África, Índia, Israel e Irã. Há ainda relatos de construção de barragens subterrâneas com vistas à exploração de uma agricultura de vazante nos Estados Unidos, Itália e Argentina.

No Brasil, as primeiras barragens subterrâneas foram construídas a partir de 1887, no estado do Rio Grande do Norte. Em 1919, na Região Semiárida da Paraíba, foi construída a primeira BS do estado, onde se cultivou cana-de-açúcar e arroz. Em 1920, na Região do Seridó, no Rio Grande do Norte, foram construídas BSs para o cultivo de espécies forrageiras em sistema de agricultura de vazante. Atualmente, a tecnologia está disseminada em todo Semiárido brasileiro por meio de programas de políticas públicas e iniciativas privadas.

- *Tipos*

Existem dois tipos de estrutura hidráulica que possuem a função de barra/interceptar o fluxo da água dentro do solo: a barragem subterrânea submersível e a barragem subterrânea (SILVA *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2013).

A barragem subterrânea submersa possui a parede totalmente dentro da terra (subsolo) /submersa, interceptando/barrando apenas o fluxo de água subterrâneo (Figura 2A e 2B). Costa (2004) recomenda para esse tipo de barragem ambiente de cursos d'água intermitente, rios e riachos de grande vazão, e uma razoável área de recarga a montante do local de construção, de forma a proporcionar boa reserva hídrica. A construção da parede pode ser de concreto ou alvenaria, sendo mais utilizado o plástico de polietileno de 02 micras. Nesse tipo de barragem é necessária a presença de aluviões mais profundos e de recargas subterrâneas suficientes para possibilitar o aproveitamento pleno da água. Já na barragem subterrânea submersível a parede/septo impermeável vai até uma altura acima da superfície do terreno, objetivando interceptar/barrar, além do fluxo de água subterrâneo, o superficial também, de tal forma que na época das chuvas se forme um pequeno lago temporário a montante (SILVA *et al.*, 2019). Essa água acumulada vai se infiltrando lentamente, proporcionando um maior armazenamento dentro do solo e, conseqüentemente, uma maior disponibilidade de água para as culturas, por um período de tempo mais prolongado, após as chuvas (Figuras 3A e 3B). A parede acima do solo possibilita com o tempo o acúmulo gradativo de sedimentos proporcionando maior capacidade de armazenamento de água. Esse

tipo de barragem subterrânea pode ser utilizado em leito de rio e riacho, de pequena a média vazão, e em linhas de drenagem, os denominados “caminhos d’água”.

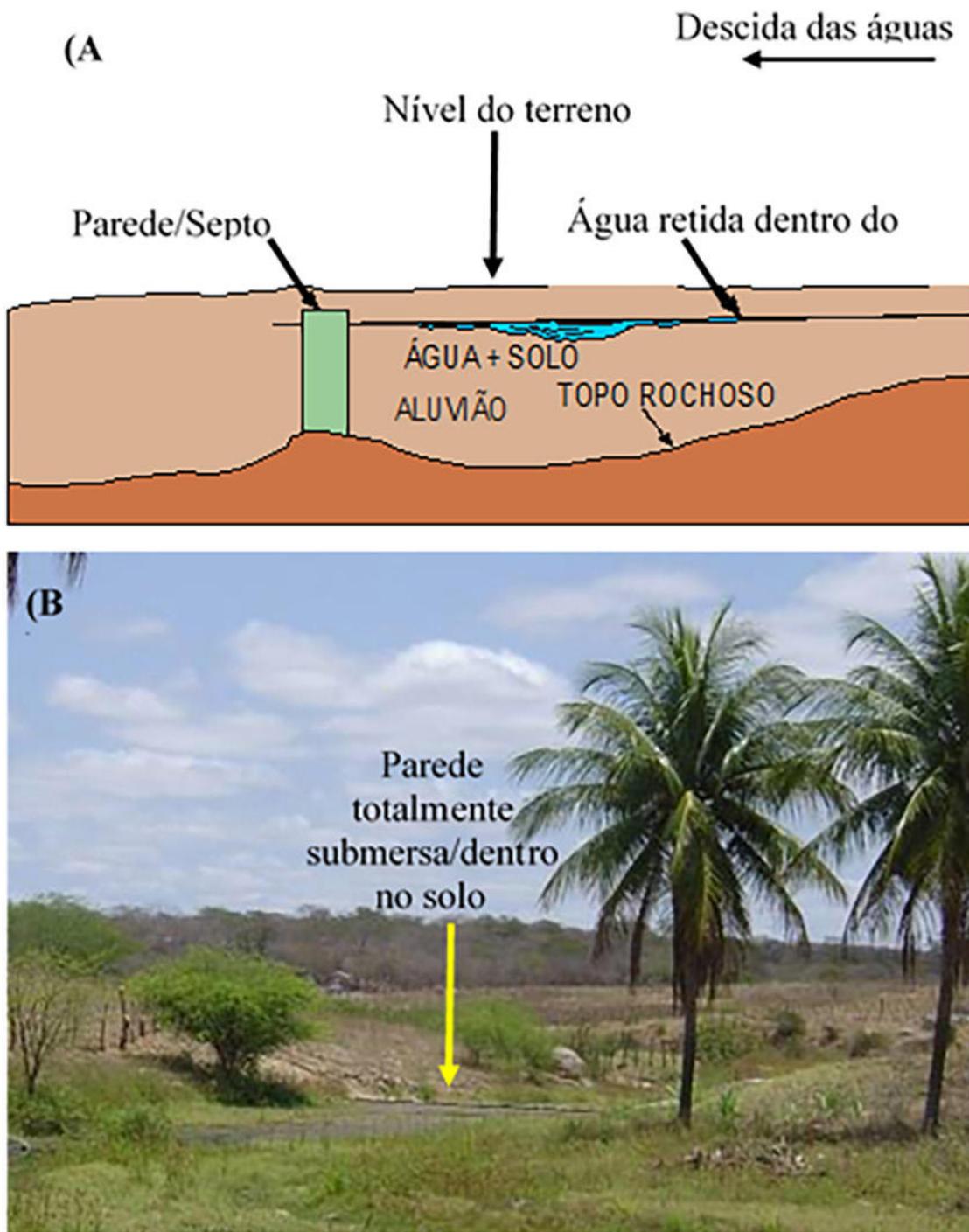


Figura 2. (A) Desenho esquemático do funcionamento de uma barragem subterrânea submersa; (B) Barragem subterrânea submersa, em área de agricultor, município de Sertânia, PE. Desenho: Clétis Araújo (in memoriam). Foto: Maria Sonia L. da Silva (2020).

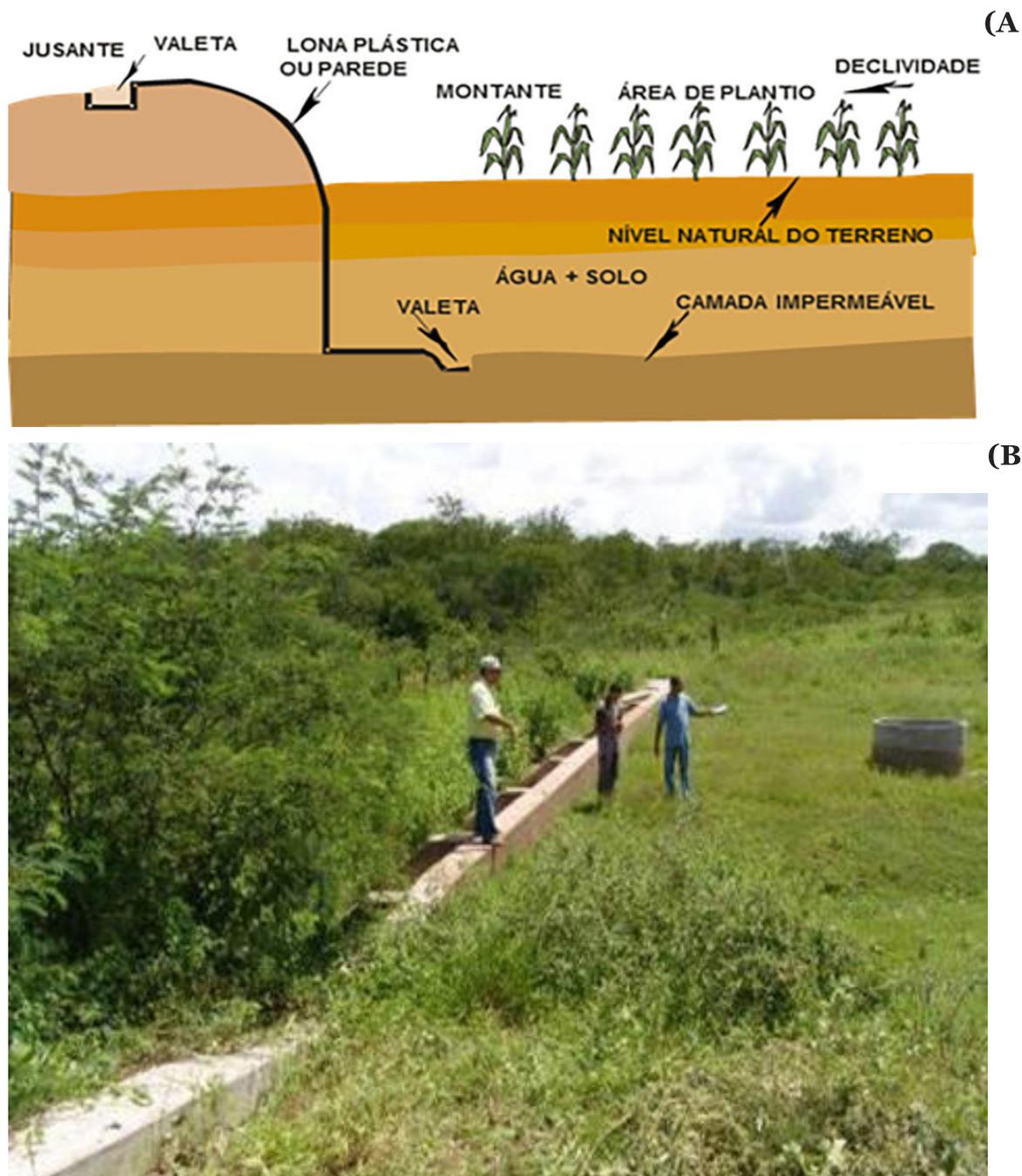


Figura 3. (A) Desenho esquemático do funcionamento de uma barragem subterrânea submersível; (B) Barragem subterrânea submersível, com parede de alvenaria, em área de agricultor, município de Ouricuri, PE. Desenho: Clétis Araújo (in memoriam) Foto: Maria Sonia Lopes da Silva (2020).

- *Modelos*

A partir dos tipos de barragens subterrâneas foram desenvolvidos alguns modelos que se diferenciam pela introdução de algumas inovações.

Barragem subterrânea submersível modelo Embrapa - A Embrapa Semiárido foi a pioneira em pesquisas sobre barragens subterrâneas submersíveis, construindo em

1982, três unidades sucessivas (sequenciadas) em uma das suas estações experimentais (Silva, 2019). Nesses estudos, foram testados a utilização do plástico de polietileno de 200 micras, como material impermeabilizante (até então eram utilizados o concreto e a argila compactada); a construção em linhas de drenagem natural ou caminhos d'água (até então eram utilizados os leitos de rios e riachos); e a utilização de sangradouro, construído com plástico, tela do tipo “pinteiro” e argamassa de cimento, brita e areia. Esse modelo (Figuras 4) ficou conhecido como modelo Embrapa. Como forma de potencializar esta unidade na bacia hidráulica, recomenda-se a utilização de cordões de contorno para aumentar o tempo de permanência da água na bacia da barragem (Melo *et al.*, 2013).

Segundo Lima *et al.*, (2013), uma vantagem desse método é a possibilidade de ampliação das áreas de construção de barragens subterrâneas submersíveis no Semiárido brasileiro, já que este tipo de BS pode ser construída fora da área aluvionar, em locais com textura que varia de arenosa a média argilosa. Outra vantagem é o uso do plástico como material impermeabilizante, em vez do concreto, diminuindo muito os custos de construção. Esse modelo funciona a partir da interrupção do fluxo do escoamento subterrâneo e superficial da água, objetivando aumentar o acesso ao uso múltiplo da água, em áreas de agricultura familiar dependente de chuva, possibilitando o cultivo de espécies alimentares (Figura 5).



Figura 4. Barragem subterrânea submersível, modelo Embrapa. Petrolina, PE. Foto: Maria Sonia Lopes da Silva (2016).

Barragem subterrânea modelo Costa & Melo - Em 1988, a partir de estudos da UFPE em aluviões do Sertão de Pernambuco, (Lima *et al.*, 2013), foi testado um modelo

de barragem subterrânea submersa, tendo como inovação a utilização do plástico de 200 micras, à semelhança do modelo Embrapa, em ambiente de leito de rio/riacho de forte vazão, e a construção de poços amazonas a montante da parede. Esse modelo permite irrigar extensas áreas por meio de irrigação por bombeamento de água, a partir desse poço (Figura 5). Este modelo ficou conhecido como Costa & Melo em homenagem aos seus criadores e constitui-se em barragens subterrâneas de maior porte comparativamente às do modelo Embrapa e ASA.



Figura 5. Barragem subterrânea submersa, modelo Costa & Melo. Pesqueira, PE, 2016.
Fonte: Oliveira *et al.*, 2010.

Barragem subterrânea submersível Modelo ASA - Em 1994, foram iniciadas ações de desenvolvimento com barragem subterrânea em leito de rios e riachos pela sociedade civil, por meio da ONG Centro de Assessoria e Apoio aos Trabalhadores (Caatinga), na região do Araripe, usando a argila compactada como septo impermeável. Foi a partir da Caatinga que os movimentos sociais começaram a trabalhar com barragem subterrânea (Lima *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2019), permitindo a ampliação do uso dessa tecnologia. Em 2007, a ASA Brasil implantou unidades demonstrativas de barragem subterrânea submersível nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, Piauí e Sergipe, utilizando um modelo a partir das experiências da Caatinga e ao criado pela Embrapa, com algumas inovações. O modelo da ASA e o da Embrapa, apesar de armazenarem menores quantidades de água, em função da sua construção em área com menores permeabilidades, quando comparado ao modelo Costa & Melo; possibilitam às famílias a oportunidade de cultivar com o aproveitamento do espelho de água formado ou no sistema de agricultura de vazantes.

O modelo ASA (Figura 6) possui como principal inovação o uso do plástico como material impermeabilizante no aproveitamento de leitos de rios ou riachos de vazão média, até então utilizado em linhas de drenagem (modelo Embrapa) ou em rios/riachos de grande vazão (modelo Costa & Melo). Outra inovação, diz respeito

ao sangradouro que nesse modelo é fundamentalmente de alvenaria/concreto, o que propicia maior sustentação em anos de precipitação acima da média. Possui, também, à semelhança do modelo Costa & Melo, um poço a montante da parede, porém, devido ao porte da barragem, é do tipo cacimbão em vez de amazonas. Segundo Lima *et al.* (2013), o poço permite a retirada da água para diversos fins, como, por exemplo, para irrigação por gravidade, além de contribuir para o processo de renovação da água na bacia de acumulação, dessedentação humana e animal. Lima (2013) afirma ainda, que a irrigação por gravidade adicionou um ganho significativo à tecnologia por permitir um uso mais eficiente da água, principalmente no período de estiagem. Um dos principais programas responsáveis pela instalação de barragem subterrânea modelo ASAS é o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) que, desde o seu surgimento, em 2007, até março de 2019, construiu 1.424 barragens subterrâneas, distribuídas em todo Semiárido brasileiro.



Figura 6. Barragem subterrânea submersível, modelo ASA. Pedra, PE. Foto: Maria Sonia Lopes da Silva (2015).

Aspectos sociais e técnicos na seleção de local/família para a construção

Na escolha do local adequado para construção de uma barragem subterrânea e seleção da família beneficiária, independentemente se submersa ou submersível, deve-se levar em consideração alguns critérios sociais e técnicos (Lima *et al.*, 2013; Melo *et al.*, 2013; Brito *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2019):

- Estabelecer critérios para escolha das famílias que irão adquirir uma unidade de barragem subterrânea.
- Apropriação da tecnologia por parte das famílias e que elas entendam sua importância na geração de renda e de valor do seu agroecossistema.

- Sensibilização e capacitação da família no que diz respeito à seleção do local, construção, manutenção da estrutura hidráulica, bem como o manejo do solo e da água e de cultivos dentro da bacia de acumulação.
- É aconselhável, quando possível, realizar análise do solo e da água antes da definição do local de sua instalação e a cada dois anos para acompanhar a fertilidade do solo e os níveis de sais, tanto no solo como na água evitando, assim, a perda da capacidade produtiva da barragem subterrânea
- Escolha do local: podem ser construídas em leitos de rio, riacho ou em linhas de drenagem natural (linhas ou “caminhos” de água).
- Tipo de solo: deve-se dar preferência aos solos de textura variando de arenosa a média (grossa).
- Camada impermeável ou rocha: deve estar a uma profundidade efetiva mínima em torno de 1,5 m, em todos os modelos, para justificar o barramento, e no máximo de 4,5 m para o modelo Embrapa, 10 m para o modelo Costa & Melo, e de 6-8 m para o modelo ASA.
- Relevo: a declividade deve ser de, no máximo, 2% para proporcionar uma maior área de molhamento.
- Vazão do rio, riacho ou linhas de drenagem: evitar áreas que possuam vazão média anual forte a muito forte, isso para os modelos Embrapa e ASA, para evitar problemas de rompimento nas estruturas da barragem subterrânea (parede e sangradouro).
- Capacidade de armazenamento do aquífero: o local deve possuir razoável área de recarga a montante, conseqüentemente boa reserva hídrica.
- Qualidade da água: de preferência sem problemas com sais.
- Precipitação média anual da região: o local deve possuir uma precipitação média mínima de 200 mm anuais para que se possa proporcionar acúmulo nas BSs.

Seleção das famílias e etapas da implantação

A seleção das famílias é realizada a partir da: i) Mobilização social - escolha das comunidades envolvidas e mobilização das famílias que serão contempladas com a construção de uma unidade de barragem subterrânea; ii) Capacitação de famílias, pedreiros e técnicos da comunidade selecionada no que diz respeito aos aspectos técnicos de seleção do local adequado, aos parâmetros de construção da barragem subterrânea e ao manejo do solo, da água e da tecnologia; iii) Identificação da propriedade (caminhada com as famílias pelas propriedades para identificação do local adequado); iv) Após a identificação da família beneficiária/propriedade é efetuada a identificação da camada impermeável por meio de sondagens/aberturas de trincheiras, posteriormente se efetuará a construção. As etapas de implantação (Figura 7) constam de: i) Escavação da vala até a camada impermeável; ii) Limpeza da parede e fundo da vala (retirada de torrões, pedras e raízes para não furar o plástico, a chamada “maquiagem da vala”); iii) Abertura de mini valeta no fundo da vala; iv) Fixação da lona na mini valeta; v) Fechamento da vala; vi) Construção do sangradouro; vii) Construção do poço.



Figura 7. Barragem subterrânea submersível, modelo ASA (A – abertura, B- plástico estendido, C – fechamento da valeta, D – Barragem subterrânea pronta). Pedra, PE. Foto: Maria Sonia Lopes da Silva (2015).

Estudo de caso: Barragem subterrânea na sustentabilidade socioecológica e econômica de um agroecossistema do Médio Sertão de Alagoas

Local onde foi desenvolvido o estudo: A pesquisa foi desenvolvida no **Núcleo Social** de Gestão do **Agroecossistema** (NSGA) de Seu Dedé e Dona Gilda, localizada no Sítio Bananeiras ($9^{\circ}32'10,33''S$ e $37^{\circ}21'53,18''W$), município de São José da Tapera, no Médio Sertão de Alagoas.

Linha do tempo: A propriedade foi uma herança que Seu Dedé recebeu do seu pai. Hoje, ele tem a posse da terra. A unidade agrícola familiar possui 48 ha, dos quais 15 hectares são de reserva de Caatinga. A família vive numa casa simples, porém confortável. No sítio, moram Seu Dedé, sua esposa Dona Gilda, um filho com esposa e filha, além da mãe de Seu Dedé. Seu Dedé e Dona Gilda casaram-se em 1984 e dessa

união foram gerados cinco filhos, dos quais três são homens (Luciano, Manoel e Marlo) e duas mulheres (Wilma e Giselda). Todos são casados com filhos, morando em suas respectivas casas, na Sede do Município de São José da Tapera.

Benfeitorias do agroecossistemas: Nos seus 33 ha destinados à exploração agropecuária, a família possui uma cisterna de alvenaria de 16 mil litros; dois barreiros existentes desde a época do seu pai; duas barragens subterrâneas, sendo uma delas construída com recursos próprios; roçados de macaxeira, milho e feijão; um pequeno pomar com mangueiras e coqueiros; plantas ornamentais e medicinais no entorno da casa; plantio de forragens; criação de galinhas, porcos e algumas cabeças de gado de leite. O agroeossistema é muito utilizado como área para desenvolvimento de pesquisas pela UFAL, EMATER/AL e Embrapa.

Objetivo da pesquisa: O estudo buscou entender como a barragem subterrânea está colaborando com as dinâmicas sociais, ambientais e econômicas no agroecossistema de seu Dedé e Dona Gilda. Para tanto, foram realizadas atividades em grupo, para estimular a participação da família na construção coletiva das ferramentas que melhor estimulasse a percepção que cada indivíduo possuía do ambiente e das transformações que ocorreram a partir da implantação da barragem subterrânea.

Métodos/ferramentas utilizados (as): A avaliação da sustentabilidade do sistema agrícola foi baseada na metodologia do *Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad* - MESMIS (Masera *et al.*, 1999), a partir de sete atributos gerais: produtividade, equidade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade/flexibilidade e autonomia. Para coleta de dados foram utilizadas algumas ferramentas do Diagnóstico Rural Participativo (DRP) (Verdejo, 2006): i) entrevistas semiestruturada e aberta; ii) observação participante; iii) construção de mapas de recursos naturais do agroecossistema; iv) árvore de problemas; v) calendários agrícolas de atividades e sazonal; vi) Caminhada Transversal. O levantamento e a sistematização dos dados foram realizados no período de setembro de 2018 a novembro de 2019, por meio de diálogos e a participação ativa da família e técnicos de Ater. Para a avaliação da sustentabilidade foram considerados os seguintes níveis: 0 - Significa insustentável; 1 - nível muito baixo de sustentabilidade; 2 - nível baixo; 3 - nível razoável; 4 - nível bom; 5 - nível alto de sustentabilidade.

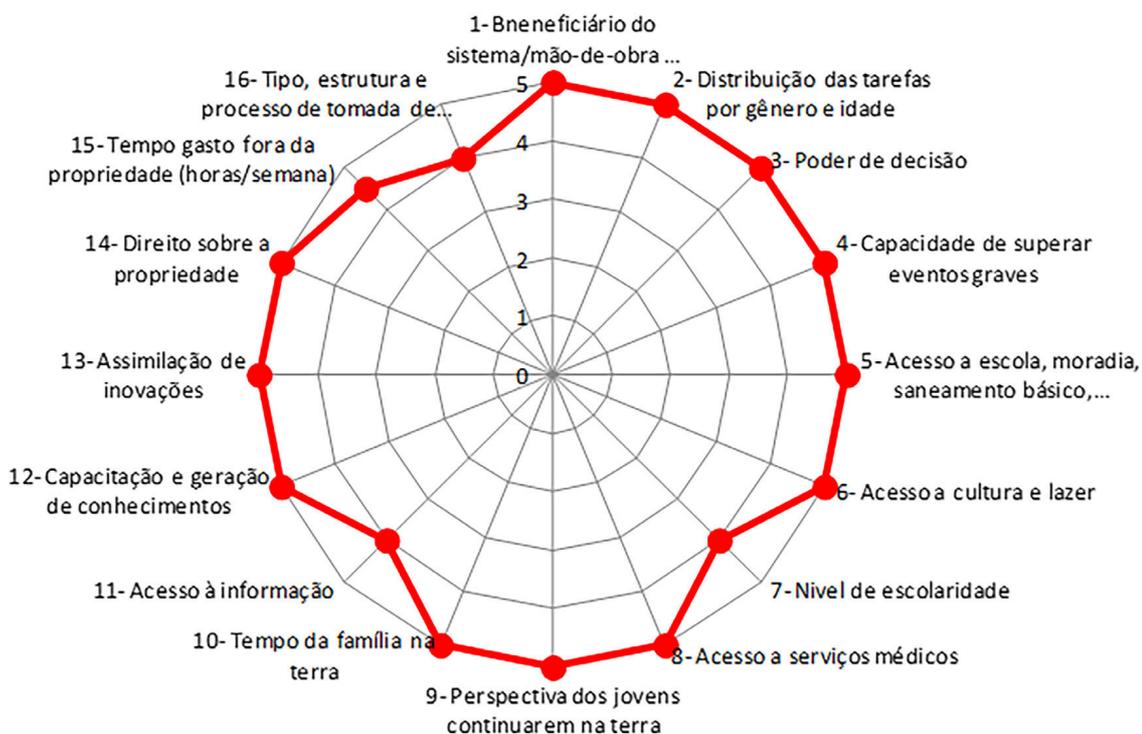
Resultados: Para a identificação dos subsistemas, a família desenhou mapas atuais do agroecossistema, (Figura 7A e 7B), que nos permitiu observar a organização da propriedade, os reservatórios de água e os subsistemas. Essa atividade foi realizada a partir da percepção de Dona Gilda, Seu Dedé e de um dos filhos do casal, o Manoel. E teve como objetivo constituir reflexão da família para a avaliação da sustentabilidade. O roteiro da entrevista semiestruturada foi adaptado de Ferreira *et al.* (2013). A avaliação

da sustentabilidade foi representada em gráficos do tipo radar (ameba), construídos pela família, para as dimensões social, ambiental e econômica (Figura 8A, 8B e 8C).

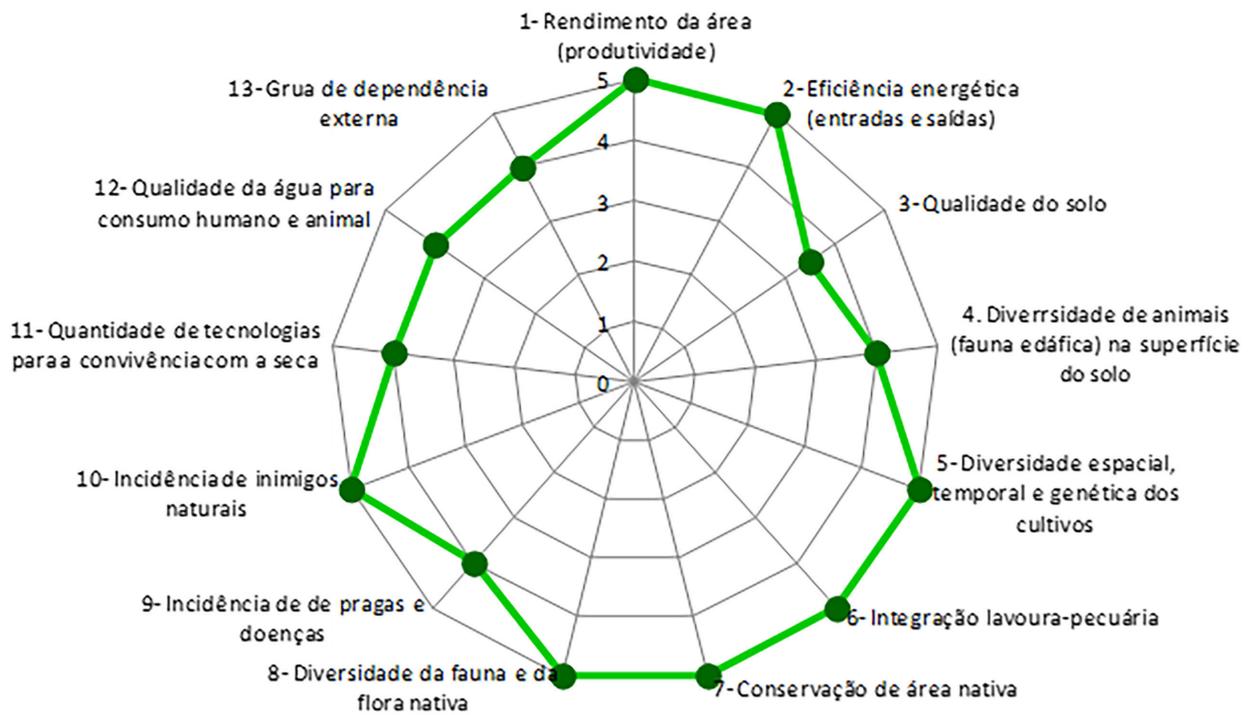


Figura 7. Mapa da propriedade construído por Manoel, um dos filhos do casal e Dona Gilda e Seu Dedé construindo os gráficos de sustentabilidade. São José da Tapera, Alagoas.

A - Dimensão Social



B - Dimensão Técnico Agronômica/Ambiental



C - Dimensão Econômica

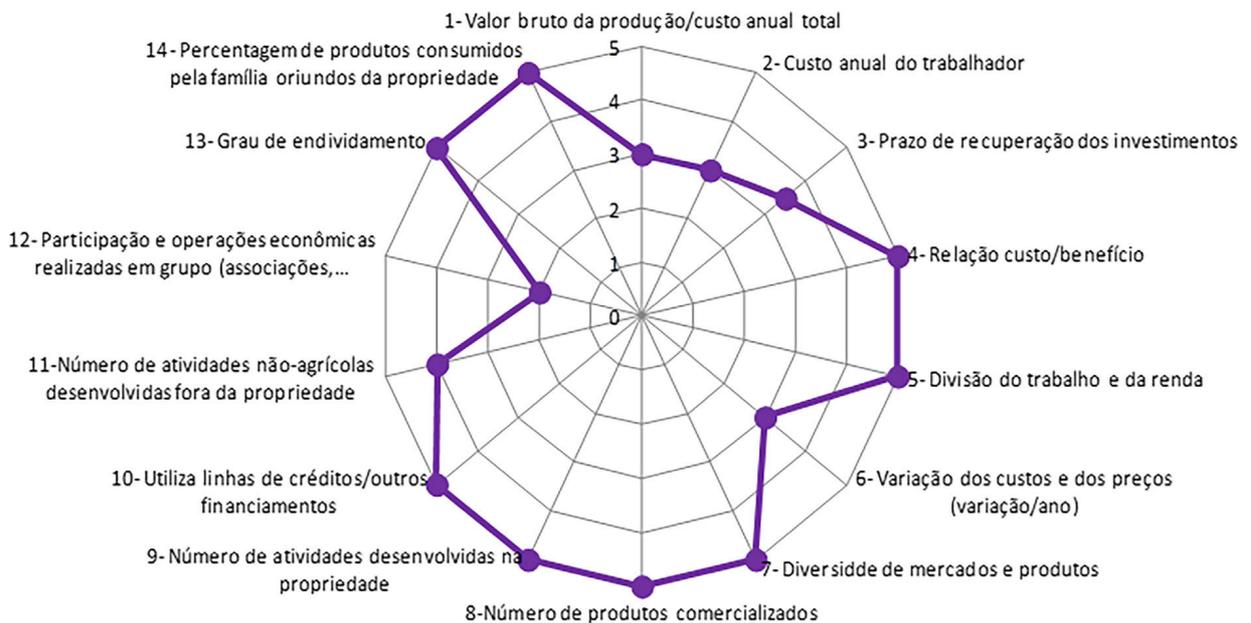


Figura 8. Avaliação da sustentabilidade social (A), sustentabilidade ambiental (B) e sustentabilidade econômica (C).

A dimensão social apresenta uma maior estabilidade quando comparada às dimensões ambiental e econômica. Percebe-se, claramente, a importância que as estratégias de convivência com o Semiárido, utilizadas pela família, estão conduzindo-a em direção a um agroecossistema mais sustentável, superando as limitações sociais e ambientais, tendo a barragem subterrânea como determinante para aperfeiçoar e equilibrar o sistema agrícola produtivo. A assessoria técnica fornecida pelas ONGs locais e instituições públicas (Emater, Embrapa e Universidades) está contribuindo para que a família exercite uma relação dialógica e de empoderamento, o que tem estimulado dinâmicas de transformação social e ambiental importantes no sistema agrícola familiar de Dona Gilda e Seu Dedé.

Na dimensão ambiental, percebe-se que o agroecossistema está utilizando desenhos produtivos estratégicos, que estão possibilitando maior resiliência frente às últimas secas que castigaram a região.

Quando a barragem subterrânea chegou aqui trouxe junto com ela os técnicos e com eles aprendemos a manejar nossa propriedade de forma agroecológica, para que possamos manter a água, o solo e as plantas com mais sustento. Até agora, aqui em casa, não sofremos por falta de chuva, mesmo com a ocorrência de chuva, abaixo da média, desde 2010.

Manoel, filho de Seu Dedé, 2019

A fragilidade verificada do agroecossistema se dá na dimensão econômica, nos indicadores de números 6 - variações dos custos e dos preços dos produtos, e 12 - participações e operações econômicas realizadas em grupos. No entanto, a partir da diversificação promovida pela barragem subterrânea, estão ocorrendo mudanças na adaptação e autonomia do sistema produtivo, principalmente na comercialização com a criação da cooperativa Casa do Produtor. A dimensão social apresenta uma maior estabilidade quando comparada às dimensões ambiental e econômica. Percebe-se, claramente, a importância que as estratégias utilizadas pelas famílias de convivência com o Semiárido estão conduzindo-a em direção a um agroecossistema mais sustentável, superando as limitações sociais e ambientais, tendo a barragem subterrânea como determinante para aperfeiçoar e equilibrar o sistema agrícola produtivo. A assistência técnica fornecida pelas ONGs locais e instituições públicas (Emater, Embrapa e Universidades) está contribuindo para que a família exercite uma relação dialógica e de empoderamento, o que tem estimulado dinâmicas de transformação social e ambiental importantes no sistema agrícola familiar de Dona Gilda e Seu Dedé.

Considerações finais

A partir da vivência da família, verifica-se a importância da barragem subterrânea na motivação das atividades agropecuárias, no ambiente de troca que a água captada tem proporcionado, seja por alimentos, conhecimentos ou serviços. O acesso à água, principalmente por meio da barragem subterrânea, está possibilitando

à família algumas transformações socioecológicas positivas como o aumento da capacidade produtiva de seu sistema agrícola. Esse fenômeno está proporcionando estabilidade e resiliência do agroecossistema, devido à participação social da família e as estratégias de captação, uso e manejo do solo, da água e a diversidade de cultivos do seu sistema de produção.

Um grande desafio que se tem enfrentado diz respeito a seleção do local adequado para implantação de unidades de barragens subterrâneas. Para superar este desafio está sendo desenvolvido um projeto que está sendo executado pela Embrapa e parceiros o **Zoneamento edafoclimático participativo de áreas potenciais para construção de barragens subterrâneas em unidade agrícola de base familiar no Agreste e Sertão de Alagoas - ZonBarragem**. Este projeto, na primeira etapa de execução teve como objetivo identificar e especializar geoambientes com aptidão para implantação de barragens subterrâneas na região Semiárida do Estado de Alagoas. Ao final desta etapa foi gerado um mapa com as classes de potencial (baixa, média e alta) para implantação de barragens subterrâneas. Tal documento, está subsidiando tomadas de decisão em programas de políticas públicas do estado, voltados à inserção social e produtiva de agroecossistemas de base familiar, em áreas dependentes de chuva, a exemplo do Programa Barragem Subterrânea, lançado em dezembro de 2019, concomitantemente com o lançamento do mapa do ZonBarragem. A existência de rede sociotécnica de cooperação e colaboração estabelecida para a gestão técnica e das relações institucionais está colaborando com a redução da vulnerabilidade social do NSGA. E isto, só está sendo possível pelo estabelecimento de ambiente de troca de saberes e construção do conhecimento agroecológico advindo do aumento ao acesso e usos múltiplos da água por meio da barragem subterrânea. A geração de valor e renda, produção de riqueza e o exercício da integração social estão evidenciando o papel da agricultura familiar não só como oportunidade de reprodução econômica, mas principalmente como modo de vida. Iniciativas e processos sociais que apontam para formas de produção mais sustentáveis se mostram crescentes e configuram-se como formas diversificadas e viáveis, de sistemas agrícolas baseados na agricultura familiar, que promovam a segurança alimentar, os serviços ecossistêmicos, e a energia renovável, visando a inclusão socioprodutiva das famílias, a resiliência e a sustentabilidade do NSGA.

Referências

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. da S.; GHEYI, H. R. (ed). **Captação, Manejo e Uso de Água de Chuva**, Campina Grande, PB: INSA. cap. 11, p. 253-257, 2015. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153087/1/2016-130.pdf>

FERREIRA, G. B.; COSTA, M. B. da; SILVA, M. S. L. da ; MOREIRA, M. M.; GAVA, C. A. T.; CHAVES, V. C.; MENDONCA, 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: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36516/1/Artigo-publicacado-Resv.Bras.Agroecologia.pdf>

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales:** el marco de evaluación MESMIS. México: Mundi Prensa, 1999. 109 p. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS

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:<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54893/1/INT96.pdf> e <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93400/1/CTE104.pdf>

LIMA, A. de O.; DIAS, N. da S.; FERREIRA NETO, M.; SANTOS; J. E. J. dos; REGO, P. R. de A.; LIMA-FILHO, F. P. **Barragens subterrâneas no Semiárido brasileiro: análise histórica e metodologias de construção.** Revista Irriga, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 200-211, 2013 (Nota Técnica). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287595335_Barragens_subterraneas_no_Semiarido_brasileiro_analise_historica_e_metodologias_de_construcao

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. cap. 2, p. 223-281. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/201887/1/Barragem-subterranea-2019.pdf>

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico Rural Participativo.** Brasília: MDA/Secretaria da Agricultura Familiar, 2006, p. 65.