


**CONTRIBUIÇÕES DA BARRAGEM SUBTERRÂNEA NA SUSTENTABILIDADE
DE UM AGROECOSSISTEMA DO SERTÃO DO NORDESTE BRASILEIRO**

**CONTRIBUTIONS OF THE UNDERGROUND DAM TO THE SUSTAINABILITY
OF AN AGRO-ECOSYSTEM IN THE SERTÃO OF NORTHEASTERN BRAZIL**

**CONTRIBUCIÓN DE LAS PRESAS SUBTERRÁNEAS A LA SOSTENIBILIDAD
DE UN AGROECOSISTEMA EN EL SERTÃO DEL NORDESTE DE BRASIL**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n6-218>

Data de submissão: 17/05/2025

Data de publicação: 17/06/2025

Maria Sonia Lopes da Silva

Engenheira-agrônoma, doutora, pesquisadora da Embrapa Solos UEP Recife, PE.

Carla Cristina Marques de Santana

Acadêmica de Geografia, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

Eliene Bezerra Pereira

Historiadora, especialista em Direitos Humanos, assessora técnica da ONG Cactus, Senador Rui
Palmeira, Alagoas

Claudio Almeida Ribeiro

Engenheiro-agrônomo, mestre, assessor técnico da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), Recife,
PE.

Tálysson Daniel Santos da Silva

Engenheiro-agrônomo, Fazenda Vitória, Petrolina, PE.

Luana Maria Jesus Moraes

Engenheira-agrônoma, autônoma, Bonito, PE.

Renata Andrade Lima

Engenheiro-agrônoma, Soloagri, Petrolina, PE.

Gizelia Barbosa Ferreira

Engenheira-agrônoma, mestre, professora do Instituto Federal de Pernambuco, Campus Vitória de
Santo Antônio, PE.

Manoel Batista de Oliveira Neto

Engenheiro-agrônomo, mestre, pesquisador da Embrapa Solos UEP Recife

RESUMO

A barragem subterrânea consiste em uma tecnologia social de captação e estocagem da água da chuva no subsolo. Sua adoção tem se mostrado uma estratégia eficaz no convívio com a escassez da chuva no Semiárido brasileiro, reduzindo a vulnerabilidade climática das unidades produtivas da região. Apesar da crescente adoção das barragens subterrâneas, ainda são escassos os estudos que avaliem de

forma sistemática sua contribuição na sustentabilidade de sistemas agrícolas de base familiar. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os impactos da barragem subterrânea na sustentabilidade econômica, ambiental e social de um agroecossistema familiar localizado no Semiárido do estado de Alagoas. A pesquisa foi desenvolvida com a participação de uma família agricultora e de técnicos locais, utilizando-se ferramentas do Diagnóstico Rural Participativo e a Metodologia MESMIS. Os resultados apontam que o agroecossistema analisado apresenta uma base sólida rumo à sustentabilidade, especialmente a partir da adoção de tecnologias de acesso e estocagem da água da chuva. No entanto, alguns indicadores revelaram fragilidades que exigem ações integradas e contínuas, a fim de promover avanços efetivos na sustentabilidade do sistema. Quanto às contribuições da barragem subterrânea, constatou-se que, ao integrar saberes técnicos e locais, ela fortalece a identidade cultural e o protagonismo da família rural, promovendo o cuidado com a terra e a preservação dos modos de vida. A barragem subterrânea, como uma tecnologia social, ela não apenas melhora as condições econômicas-ecológicas do agroecossistema, mas também fortalece os laços sociais e culturais que sustentam a resiliência da família no território.

Palavras-chave: Tecnologia social hídrica. Impactos socioeconômicos e ambientais. Convivência com o Semiárido. Estocagem da água de chuva.

ABSTRACT:

The underground dam is a social technology for capturing and storing rainwater underground. Its adoption has proven to be an effective strategy for living with the scarcity of rainfall in the Brazilian semi-arid region, reducing the climatic vulnerability of the region's productive units. Despite the growing adoption of underground dams, there are still few studies that systematically evaluate their contribution to the sustainability of family-based agricultural systems. Given this context, the aim of this study was to assess the impacts of underground dams on the economic, environmental and social sustainability of a family agro-ecosystem located in the semi-arid region of the state of Alagoas. The research was carried out with the participation of a farming family and local technicians, using tools from Participatory Rural Diagnosis and the MESMIS Methodology. The results show that the agro-ecosystem analyzed has a solid basis for sustainability, especially with the adoption of technologies for accessing and storing rainwater. However, some indicators revealed weaknesses that require integrated and continuous action in order to promote effective advances in the system's sustainability. As for the contributions of the underground dam, it was found that by integrating technical and local knowledge, it strengthens the cultural identity and protagonism of the rural family, promoting care for the land and the preservation of ways of life. The underground dam, as a social technology, not only improves the economic-ecological conditions of the agro-ecosystem, but also strengthens the social and cultural ties that sustain the family's resilience in the territory.

Keywords: Social water technology. Socio-economic and environmental impacts. Coexistence with the semi-arid region. Storing rainwater.

RESUMEN:

La presa subterránea es una tecnología social de captación y almacenamiento subterráneo de agua de lluvia. Su adopción ha demostrado ser una estrategia eficaz para convivir con la escasez de lluvias en la región semiárida brasileña, reduciendo la vulnerabilidad climática de las unidades productivas de la región. A pesar de la creciente adopción de represas subterráneas, aún son pocos los estudios que evalúan sistemáticamente su contribución a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas familiares. Dado este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar los impactos de las presas subterráneas en la sostenibilidad económica, ambiental y social de un agroecossistema familiar localizado en la región

semiárida del estado de Alagoas. La investigación se llevó a cabo con la participación de una familia de agricultores y técnicos locales, utilizando herramientas del Diagnóstico Rural Participativo y de la Metodología MESMIS. Los resultados muestran que el agroecosistema analizado tiene una base sólida para la sostenibilidad, especialmente con la adopción de tecnologías de acceso y almacenamiento de agua de lluvia. Sin embargo, algunos indicadores revelaron debilidades que requieren una acción integrada y continua para promover avances efectivos en la sostenibilidad del sistema. En cuanto a los aportes de la represa subterránea, se constató que al integrar conocimientos técnicos y locales, fortalece la identidad cultural y el protagonismo de la familia rural, promoviendo el cuidado de la tierra y la preservación de formas de vida. Como tecnología social, la represa subterránea no sólo mejora las condiciones económico-ecológicas del agroecosistema, sino que fortalece los lazos sociales y culturales que sustentan la resiliencia de la familia en el territorio.

Palabras clave: Tecnología social del agua. Impactos socioeconómicos y medioambientales. Vivir en la región semiárida. Almacenamiento del agua de lluvia.

1 INTRODUÇÃO

Toda atividade agrícola envolve técnicas de cultivo e de criação que vêm sendo desenvolvidas com o intuito de atender à crescente demanda humana por alimentos, fibras e combustíveis (CÂNDIDO et al., 2015). A forma como essa atividade é conduzida afeta em menor ou maior grau o meio ambiente em que se insere, sempre buscando a sustentabilidade do agroecossistema e da sociedade como um todo (CONWAY; BARBIER, 2013).

Por meio da avaliação de sustentabilidade poderá se medir a condução e o manejo das atividades agrícolas desenvolvidas no âmbito do agroecossistema, nas dimensões social, econômica e ecológica, bem como observar o nível das perspectivas das famílias agricultoras frente a novas propostas de sistema de cultivos, de criação e de organização.

A agricultura sustentável é aquela que contempla um conjunto diversificado de objetivos através dos tempos, resultando em um processo evolutivo, almejando sua característica multidimensional (PETERSEN et al., 2021). Não é apenas alcançar o máximo rendimento, muito menos o desenvolvimento de agroecossistemas viáveis economicamente, diversificados e autossuficientes, provém, no entanto de novos desenhos de sistemas de cultivo que permitam o manejo a partir de processos ecológicos locais, que promovam a resiliência e a equidade no sistema alimentar (MOLINA; TOLEDO, 2011).

Em estudos a partir de agroecossistemas, faz-se necessário romper as barreiras ideológicas da ciência tradicional e introduzir novos pressupostos à pesquisa. Na percepção de ALTIERE (2012), o estudo da sustentabilidade de agroecossistemas deve destacar as suas várias dimensões (ambiental, econômica, social e cultural) como pressupostos básicos de análise das condições ecológicas, das tecnologia/práticas adotadas e das condições econômicas e socioculturais dos atores envolvidos.

Atualmente às formas de produção têm evoluído de uma dimensão meramente técnica e incorporado outras dimensões de cunho socioeconômico, político, ambiental e cultural, as quais, segundo Iaquino (2018), representa a preocupação sobre a sustentabilidade da agricultura, cuja compreensão mais ampla requer maior entendimento sobre a relação entre o contexto agrícola e o ambiente global como um todo, baseando-se na interação de subsistemas biofísicos, técnicos e socioeconômicos.

Entende-se por agroecossistema, uma *unidade social de apropriação e conversão de bens ecológicos em bens econômicos* (PETERSEN et al., 2021). Sua delimitação física é demarcada pelo espaço ambiental apropriado por um Núcleo Social de Gestão do Agroecossistema (NSGA). Na agricultura familiar, o NSGA costuma ser a própria família. Os limites do agroecossistema coincidem

com as divisões do estabelecimento familiar e engloba os bens ecológicos dessas áreas (terra, água, biodiversidade, etc.) (GLIESSMAN, 2009; GOMES: ASSIS, 2013).

No Semiárido brasileiro, a barragem subterrânea constitui uma tecnologia social hídrica que tem contribuído a com a sustentabilidade dos agroecossistemas de base familiar por captar e estocar a água da chuva dentro solo (subsolo). Possui como objetivo contribuir com a soberania e a segurança hídrica, alimentar e nutricional das famílias agricultoras por meio da exploração de uma agricultura de vazante e/ou subirrigação (LIMA et al., 2018; SILVA et al., 2021a).

Possui como função barrar o fluxo de água superficial e subterrâneo através de uma parede (septo impermeável) construída transversalmente à direção das águas.

Esse barramento permite armazenar água dentro do solo com perdas mínimas de umidade (evaporação lenta), mantendo a terra úmida por um período maior de tempo, até quase o fim do período seco no Semiárido (setembro-dezembro), aumentando o acesso e seus usos múltiplos (MELO & ANJOS, 2017; LIMA et al., 2018; SILVA et al., 2021b).

Para maior eficiência da tecnologia orienta-se que na seleção de local adequado, leve-se em conta os critérios/parâmetros técnicos recomendados, assim como as orientações de manutenção da parede, manejo do solo, da água e dos cultivos. Nos últimos anos tem crescido muito o interesse pela implantação de barragens subterrâneas nos agroecossistemas rurais do Semiárido brasileiro. No entanto, estudos sobre os impactos desta tecnologia no agroecossistema e na vida da família agricultora são poucos.

Visando fornecer informações sobre a contribuição da barragem subterrânea na resiliência às mudanças climáticas de um agroecossistema de base familiar, o presente estudo teve como objetivo avaliar a sustentabilidade econômica, técnico-ambiental e social de um sistema agrícola de produção com barragem subterrânea, localizado no município de Senador Rui Palmeira, no Semiárido do estado de Alagoas, região Nordeste brasileira.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em um agroecossistema cuja sede do NSGA (Figura 1) está localizada no Sítio Cacimbinhas, zona rural do município de Senador Rui Palmeira, no estado de Alagoas, com coordenadas geográficas de 9°24'1,33" S e 37°13'0,86" W, e altitude média de 302 metros. O agroecossistema adota práticas sustentáveis voltadas para a produção de alimentos diversos, com base nos princípios da agroecologia. Dentre as tecnologias sociais implementadas, destaca-se a barragem subterrânea e o uso de sementes crioulas adaptadas às condições locais.

Figura 1. Sede do NSGA, Sítio Cacimbinhas (A); barragem subterrânea após primeiras chuvas antes da água infiltrar (B); barragem subterrânea após corte da forragem (C); barragem subterrânea em período de seca (D).



Fonte: Maria Sonia Lopes da Silva (A, C e D); Rosimeire Melo (B).

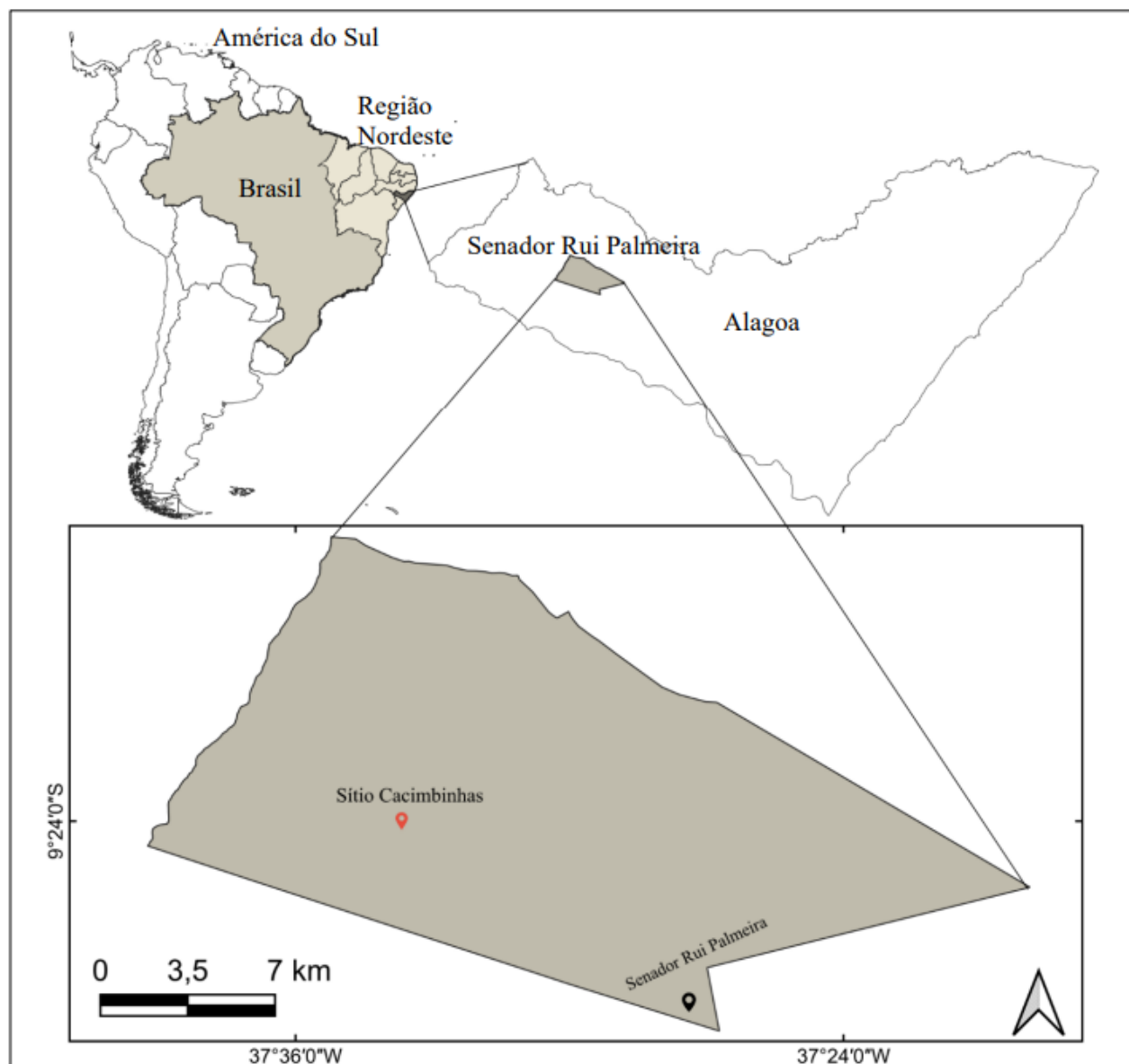
2.2 CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO DE SENADOR RUI PALMEIRA

O município de Senador Rui Palmeira está localizado no Oeste do estado de Alagoas, na região semiárida do Nordeste do brasileiro (Figura 2). Limitando-se ao Norte com os municípios de Canapi e Poço das Trincheiras, ao Sul com São José da Tapera, ao Leste com Santana de Ipanema e Carneiros, e ao Oeste com a cidade de Inhapi (MASCARENHAS et al., 2005).

A área municipal ocupa 359,71 km² (1,30% do estado) e está inserida na mesorregião do Sertão Alagoano e na microrregião de Santana do Ipanema. A sede do município tem uma altitude aproximada de 360 m e coordenadas geográficas de - 09° 27' 59" de latitude Sul e de 37° 27' 25" de longitude Oeste (IBGE, 2025).

Senador Rui Palmeira localiza-se a aproximadamente a 236 km da capital, Maceió, conta com serviços básicos de saúde, educação e transporte. A infraestrutura viária permite a ligação com cidades vizinhas, facilitando o escoamento da produção agrícola e o acesso a mercados regionais. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é de 0,518. Em resumo, Senador Rui Palmeira é um município que, apesar dos desafios socioeconômicos e ambientais, apresenta potencial para o desenvolvimento sustentável.

Figura 2. Localização do Sítio Cacimbinhas no município de Senador Rui Palmeira, Alagoas.



Fonte: Autores (2025)

2.2.1 Aspectos fisiográficos

O clima predominante é o semiárido, caracterizado por longos períodos de estiagem, apresentando baixa umidade e pouco volume de chuva. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se prolongar até outubro. De acordo com Köopen, o clima é classificado como BSh, temperatura média anual de 24,6 ° C e precipitação de 569 mm (SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO...., 2025).

A vegetação é do tipo Caatinga Hiperxerófila, com ocorrências também de Florestas Subcaducifólica e Caducifólica. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados (IBGE 2025).

O município está situado na Unidade Geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude variando entre 650 a 1.000 metro. Encontra-se geologicamente inserido na Província Borborema, abrangendo rochas do embasamento gnáissico-migmatítico, datadas do Arqueano ao Paleoproterozóico e a sequência metamórfica oriunda de eventos tectônicos ocorridos durante Meso e NeoProterozóico. Está representada pelos litotipos do Complexo Cabrobó, Granitóides Indiscriminados e Suíte Chorrochó (MASCARENHAS et al., 2005).

Os solos predominantes são do tipo Argissolos, nos topos e vertentes dos vales ondulados baixos, bem drenados; e nos fundos de vales predominam os Neossolos Flúvicos, mal drenados e nas cristas residuais ocorrem os solos Litólicos, mal drenados. Com respeito à fertilidade, é bastante variada, com certa predominância de fertilidade média a alta (SANTOS et al., 2013).

2.2.2 Atividades socioeconômicas

O município possui uma população estimada em 12.303 habitantes, conforme o Censo Demográfico do Brasil de 2022. Uma área territorial, em 2023, de 338,569 km² (IBGE 2025).

As principais atividades econômicas do município são: comércio, serviços, agropecuária e atividades de extrativismo vegetal e silvicultura. Na agricultura, destaca-se a de base familiar, principalmente com os cultivos de feijão e milho, em menor escala têm-se forragem (capim e palma forrageira) e mandioca. A escassez de chuvas, a falta de mão de obra e o uso de técnicas rudimentares de preparo do solo representam desafios para o setor agrícola. Na área de pecuária, conta com rebanhos de bovinos, suínos, caprinos, ovinos e aves. Possui produção de leite, ovos e de mel (MASCARENHAS et al., 2005).

O setor de comércio e serviços é limitado, com baixa diversidade e concentração em supermercados, lojas de variedades e materiais de construção. Essas atividades representam cerca de 7% dos empregos formais no município (PREFEITURA DE SENAOR RUI PALMEIRA...; 2025)

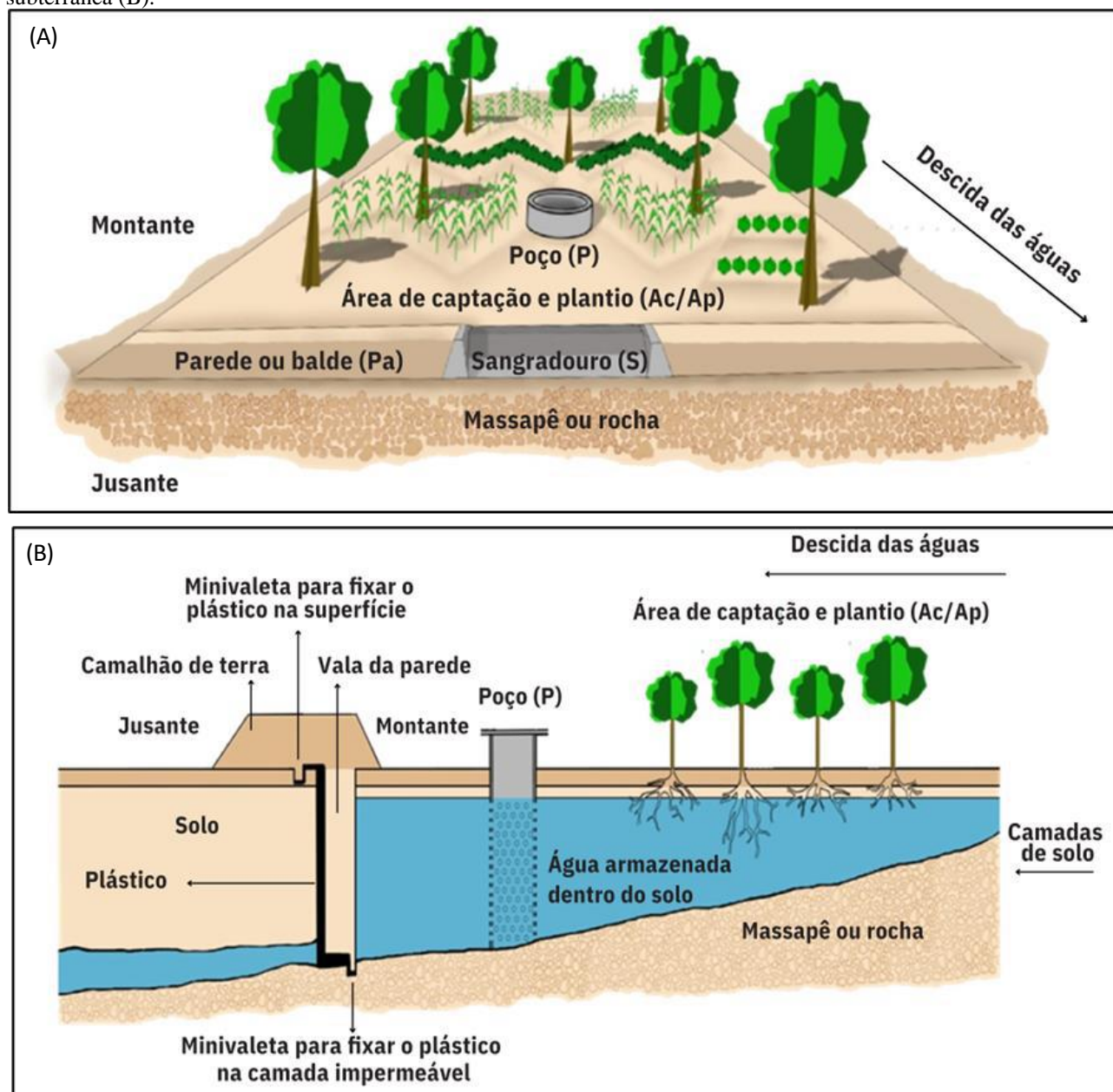
A prefeitura municipal, em parceria com instituições como o SEBRAE e o SENAR, tem implementado programas para incentivar a produção agrícola e a comercialização dos produtos locais. Destacam-se iniciativas como a Feira da Agricultura Familiar, realizada semanalmente, e a participação em programas como o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (PREFEITURA DE SENAOR RUI PALMEIRA...; 2025).

2.3 BARRAGEM SUBTERRÂNEA

A barragem subterrânea é uma tecnologia social de captação e estocagem da água de chuva que tem contribuído significativamente para o melhor convívio das famílias agricultoras com o

Semiárido brasileiro. A figura 3, mostra o desenho esquemático do funcionamento de uma barragem subterrânea com seus respectivos componentes: área de captação e armazenamento de água, área de plantio, parede, sangradouro e poço.

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



Fonte: Silva et al. (2021a)

Ao possibilitar o acesso e usos múltiplos da água, seja para irrigação, dessedentação animal ou consumo doméstico complementar, essa prática reduz os riscos da agricultura dependente exclusivamente das chuvas, promovendo maior estabilidade produtiva e segurança hídrica nos sistemas de base familiar. A barragem subterrânea vem se caracterizando como uma tecnologia

cultural orientadora que tem contribuído para o desenvolvimento da melhoria das condições de vida das famílias agricultoras e para a promoção da cidadania, por meio de iniciativas socioeconômicas e tecnológicas ambientalmente apropriadas (Melo; ANJOS, 2017).

Apesar do crescente uso das barragens subterrâneas em experiências agroecológicas e programas de desenvolvimento rural, ainda são escassos os estudos que avaliem de forma sistemática seus impactos na sustentabilidade dos agroecossistemas. Essa lacuna dificulta a consolidação da tecnologia como política pública estruturante e impede o aprimoramento de sua implementação em diferentes contextos socioambientais.

Dessa forma, o presente trabalho procura avaliar a contribuição da barragem subterrânea na sustentabilidade de um agroecossistema de base familiar, com ênfase nos aspectos ambientais, econômicos e sociais. A partir de uma abordagem integrada, busca-se compreender de que maneira essa tecnologia social pode fortalecer a resiliência dos sistemas agrícolas familiares frente às mudanças climáticas e à insegurança hídrica, promovendo uma convivência mais harmônica e produtiva com o Semiárido.

2.4 ESTUDOS REALIZADOS E MÉTODOS UTILIZADOS

2.4.1 Diagnóstico Rural Participativo (DRP)

Para a caracterização e monitoramento do agroecossistema foi utilizado o Diagnóstico Rural Participativo (DRP), segundo Verdejo (2006), utilizando as ferramentas:

- i) Caminhada transversal: consiste em caminhar por um determinado espaço geográfico, observando e registrando as características do local. Comumente é utilizada na fase inicial do DRP.
- ii) Observação participante: - trata de método qualitativo que envolve a participação do técnico nas atividades de um grupo social, com objetivo de compreender e descrever a cultura, o comportamento e as relações sociais do grupo.
- iii) Entrevista semiestruturada: método de entrevista que se baseia em um roteiro de perguntas pré-elaboradas, mas que permite um diálogo mais natural e dinâmico entre entrevistador e entrevistado, onde se explora ideias, se obtém informações detalhadas e facilita a participação espontânea do entrevistado.

Objetivando observar a trajetória de vida da família agricultora e sua relação com o ambiente no qual vive, bem como buscando caracterizar o seu agroecossistema, foram definidos coletivamente seis temas para o roteiro da entrevista: 1. histórico da família e da área de produção; 2. acesso à água);

3. sistemas de manejo utilizados (insumos necessários, entradas e saídas do agroecossistema, tipos de cultivos); 4. participação social (em sindicatos, associações, cooperativas, organizações não-

governamentais, movimentos religiosos, comemorações festivas, entre outros); 5. renda familiar; 6. organização do trabalho no núcleo familiar.

iv) Linha do tempo - consta da construção coletiva da trajetória, evolução, estruturação e funcionamento do agroecossistema, visando compreender as estratégias que foram constituídas ao longo do tempo.

v) Construção de mapa do agroecossistema: consiste no desenho do mapa do agroecossistema pelo NSGA, o que permite o compartilhamento de informações sobre os subsistemas e benfeitorias do sistema agrícola, bem como discutir a realidade do espaço e do uso dos recursos ambientais.

2.4.2 Avaliação de sustentabilidade - metodologia MESMIS

Para a avaliação da sustentabilidade foi utilizada a metodologia MESMIS - Marco de Avaliação de Sistemas de Manejo de Recursos Naturais Incorporando Indicadores de Sustentabilidade, com adaptações realizadas por Ferreira (2011) e outras realizadas pela equipe.

Ao considerar os diferentes contextos ecológicos, sociais e econômicos nos quais os sistemas estão inseridos, a metodologia MESMIS apresenta elevada flexibilidade e aplicabilidade, sendo amplamente utilizada em projetos de desenvolvimento rural sustentável e em pesquisas voltadas à agroecologia, soberania alimentar e conservação dos recursos naturais.

Trata-se de uma abordagem sistêmica, participativa e interdisciplinar, cujo objetivo central é diagnosticar, monitorar e promover a sustentabilidade por meio da identificação de indicadores adaptados às características específicas de cada sistema produtivo. Sua natureza participativa também favorece o envolvimento direto dos agricultores(as) e demais atores locais no processo avaliativo, promovendo o empoderamento comunitário e a apropriação social dos resultados, aspectos fundamentais para a construção de agroecossistemas sustentáveis e resilientes.

A sustentabilidade do agroecossistema em estudo foi avaliada a partir de sete atributos: produtividade, equidade, estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade/flexibilidade e autonomia, segundo Masera et al. (1999).

A definição/construção dos pontos críticos foi realizada com a família, agentes de desenvolvimento rural e técnicos de Ater, tomando-se por base os sete atributos de sustentabilidade e os critérios de diagnósticos. Para Masera et al. (1999), critérios diagnósticos são características do sistema que podem ser medidas mediante o uso de indicadores específicos e que mostram tendências de mudança em um tempo relativamente curto. Os indicadores, descrevem um processo específico ou

um processo de controle e devem ser abrangentes, flexíveis, fáceis de medir e compreender e adequados ao nível de agregação do sistema sob análise (MASERA et al., 1999).

Para a identificação das características do agroecossistema, foi realizado monitoramento por 18 meses, visando a obtenção dos dados sobre a evolução e a dinâmica do sistema agrícola. Esse processo permitiu a realização de algumas adaptações, as quais proporcionaram a identificação das especificidades do agroecossistema em estudo. Essas adaptações foram importantes, pois, a partir delas, foi possível observar as particularidades, permitindo uma avaliação mais realista da sustentabilidade.

Os indicadores foram construídos para três dimensões — técnico-ambiental, social e econômica —, seguindo as orientações do método MESMIS e contemplando os elementos que compõem o agroecossistema e que sofreram influência tanto da ação antrópica quanto da construção da barragem subterrânea.

Foi priorizada a percepção da família em todo o processo — desde a caminhada transversal e o monitoramento até a avaliação da sustentabilidade (Figura 4) —, a qual ressaltou a importância da chuva tanto para o agroecossistema quanto para suas vidas.

Figura 4. Caminhada transversal (A); construção de mapas, calendário sazonal, tabelas e gráficos pela família (B).



Fonte: Maria Sonia Lopes da Silva

Os indicadores de solo e água foram avaliados qualitativamente pela família. Todas as atividades foram registradas em formulários específicos, gravações de áudio, imagens e fotografias digitais. As recomendações e conclusões foram inferidas a partir dos gráficos construídos com base nas tabelas 1, 2 e 3, elaboradas por dimensão, e da reflexão dialógica realizada.

Tabela 1. Atributos, descritores, critérios de diagnóstico e indicadores técnico-ambientais utilizados na avaliação da sustentabilidade do agroecossistema do Sítio Cacheirinha, em Senador Rui Plameira, região semiárida do estado de Alagoas.

Dimensão Técnico-ambiental			
Atributos	Descritores	Critérios de diagnósticos	Indicadores
Produtividade	Sistema de produção e manejo	Rendimento, eficiência	1. Rendimento da área (produtividade)
Autodependência (autogestão)		Eficiência energética	2. Entradas e saídas
		Uso de insumos externos	3. Dependência externa
		Diversidade biológica	4. Diversidade cultivos
		Fragilidade do sistema	Tecnologias sociais de convivência com a seca
Estabilidade, resiliência, confiabilidade	Solo	Conservação de recursos	6. Cobertura/erosão do solo
	Água		7. Qualidade do solo (propriedades físicas, químicas e biológicas)
			8. Qualidade da água (consumo humano e animal)
	Fauna e flora		Conservação área nativa
		Diversidade biológica e conservação de recursos	9. Diversidade da fauna e flora

Fonte: Autores (2025)

Tabela 2. Atributos, descritores, critérios de diagnóstico e indicadores sociais utilizados na avaliação da sustentabilidade do agroecossistema do Sítio Cacheirinha, em Senador Rui Plameira, região semiárida do estado de Alagoas.

Dimensão Social			
Atributos	Descritores	Crítérios de diagnósticos	Indicadores
Equidade	Organização do trabalho	Participação, organização e tomadas de decisões	1. Distribuição das tarefas por gênero e idade
		Fragilidade do sistema	2. Poder de decisão
Estabilidade, resiliência e confiabilidade	Organização do sistema de produção	Fragilidade do sistema	3. Capacidade de superar eventos graves
	Acesso a serviços	Qualidade de vida	4. Acesso escola, moradia, água serviços médicos saneamento básico, energia elétrica, transporte, entre outros serviços.
		Acesso a cultura e lazer	5. Cultura e lazer
		Educação	6. Nível de escolaridade
	Histórico da terra	Histórico de ocupação e permanência na terra	7. Perspectivas de os jovens permanecerem na terra
Adaptabilidade	Capacitação e assistência	Participação em treinamentos e acesso aos meios de comunicação	8. Geração de conhecimento e acesso à informação
Autodependência (autogestão)	Oferta campo/cidade e	Controle das relações com o meio externo	9. Tempo gasto em atividades fora da propriedade
	Organização		10. Tipo, estrutura e

externa	Organização e participação	processo de tomada de decisões nas organizações locais
---------	----------------------------	--

Fonte: Autores (2025)

Tabela 3. Atributos, descritores, critérios de diagnóstico e indicadores econômicos utilizados na avaliação da sustentabilidade do agroecossistema do Sítio Cacheirinha, em Senador Rui Plameira, região semiárida do estado de Alagoas.

Dimensão econômica			
Atributos	Descritores	Crítérios de diagnósticos	Indicadores
Produtividade e estabilidade	Estabilidade econômica	Eficiência (rentabilidade)	1. Valor bruto da produção/custo anual <u>total</u> 2. Custo anual do trabalhador 3. Prazo de recuperação dos investimentos
Produtividade, equidade de produtos comercializados e		Eficiência (rentabilidade); preço justo	4. Relação custo/benefício
Estabilidade, resiliência, confiabilidade, adaptabilidade	Comercialização	Fragilidade do sistema, redução de risco	5. Diversificação de mercados e <u>produtos</u>
	Diversidade de atividades		6. N° de <u>produtos comercializados</u>
	Recursos financeiros		7. N° de atividades desenvolvidas na <u>propriedade</u> 8. Utiliza linha créditos ou outros financiamentos
Adaptabilidade	Dinâmica social e organização externa	Redução de riscos	9. N° de atividades não agrícolas desenvolvidas fora da <u>propriedade</u>
Autodependência (autogestão)	Organização externa	Participação	10. Participação e operações econômicas realizadas em grupos (associações, cooperativas, sindicatos)
	Segurança alimentar	Autossuficiência	11. Percentagem de produtos consumidos pela família oriundo do agroecossistema

Fonte: Autores (2025)

Para medir o nível de sustentabilidade do agroecossistema, foram consideradas escalas de 0 a 5, conforme a percepção da família: 5 corresponde ao nível ideal de sustentabilidade; 4, nível bom; 3, nível razoável ou regular; 2, baixo; 1, nível muito baixo; e 0 refere-se a uma situação de insustentabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO AGROECOSSISTEMA

A construção coletiva e dialógica por meio da caminhada transversal, da elaboração do mapa da propriedade e do calendário sazonal, permitiu a coleta de informações sobre as condições dos recursos naturais, das benfeitorias, da situação econômica, social e de outros aspectos relevantes para

o NSGA estudado. Na coleta das informações sobre o histórico de vida e sua relação com o ambiente, a família teve participação ativa enquanto sujeito do processo, o que possibilitou um diálogo aprofundado e sistêmico.

A trajetória da família evidencia a importância de sua reprodução no campo, caracterizando sua permanência na terra. A posse da propriedade foi inicialmente adquirida por herança do casal, que, ao longo do tempo, ampliou sua extensão por meio de novas aquisições. Após o falecimento da matriarca e, posteriormente, o segundo casamento do patriarca, três filhas do casal - conhecidas como “As Três Marias” - permaneceram residindo na casa-sede da família.

Além das “Três Marias” o núcleo familiar é composto pelo pai, que vive em uma propriedade vizinha, e por dois irmãos, sendo um residente em São Paulo e o outro na sede do município.

Além das Três Marias, a família é composta pelo pai, que vive em uma propriedade vizinha, e por dois irmãos - um que mora em São Paulo e o outro na sede do município.

3.1.1 Linha do tempo

A linha do tempo do agroecossistema, construída em conjunto com a família, destaca um marco importante a partir de 2007. Nesse ano, ocorreram implementações de tecnologias sociais promovidas por programas de políticas públicas do governo federal, como o Programa Um Milhão de Cisternas e o Programa P1+2.

Com a comercialização dos produtos resultantes do acesso ampliado à água, a família conseguiu realizar melhorias na roça e na residência, além de adquirir alguns bens a partir da renda obtida. Além disso, a família dispõe de acesso à energia elétrica e à água encanada.

3.1.2 Calendário sazonal

O calendário sazonal foi elaborado com recorte de gênero e constituiu uma ferramenta participativa que possibilitou identificar e representar a organização das atividades agrícolas, domésticas, sociais e econômicas ao longo do ano, diferenciando as responsabilidades atribuídas a mulheres e homens. Ao analisar a divisão do trabalho, o calendário permitiu compreender os períodos de maior carga laboral e de escassez de chuvas. Também evidenciou o acúmulo de tarefas atribuídas às mulheres, que se estendem por todos os meses do ano, independentemente da ocorrência de chuvas. Na análise do calendário sazonal (Tabela 4), observa-se que o primeiro item registrado foi o período de ocorrência das chuvas, o que demonstra a centralidade desse elemento para a segurança e o sustento da família.

Segundo os relatos, as chuvas se iniciam em janeiro, com as primeiras trovoadas, e ocorrem de forma mais efetiva entre os meses de abril e julho. Observou-se que as atividades agrícolas - sobretudo o preparo do solo, o plantio e o manejo das culturas - concentram-se nesse período, evidenciando que essas práticas dependem exclusivamente da água das chuvas, o que revela a inexistência de outras fontes hídricas na propriedade.

Tabela 4. Calendário sazonal das atividades desenvolvidas no agroecossistema

Atividades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
CHUVA												
ARACÃO	H M			H M	H M	H M	H M					
PLANTIO (MILHO E FEIJÃO)				M	M	M	M					
PLANTIO (PALMA E ALGODÃO)	H M						H M					
PREPARO CAITEIRO				M	M	M	M	M	M			
PLANTIO DA ORTALICA				M	M	M	M	M	M			
COLHEITA ORTALICA						M	M	M	M	M		
MILHO							H M					
FEIJÃO						H M	H M					
PALMA											H M	H M
ALGODÃO											H M	H M
CAPRINO	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
AVES	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
BOVINO	H M	H M	H M	H M	H M	H M	H M	H M	H M	H M	H M	H M
VENDE DE OVOS	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
CONTROLE DE PRAGAS				H M	H M	H M	H M	H M	H M	H M		
ATIVIDADE EXTERNA (P)		M	M	M	M	M	M	M	M	M		
ATIVIDADE DOMESTICA	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
ATIVIDADES ESCOLARES		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M

Fonte: Elaborado pela família agricultora

Merece destaque, no calendário sazonal, o papel central das mulheres na dinâmica produtiva e reprodutiva do agroecossistema, evidenciando o acúmulo de responsabilidades que assumem ao se dividirem entre o trabalho agrícola e as tarefas domésticas - estas muitas vezes invisibilizadas.

Fica, portanto, evidente que as mulheres desempenham um papel multifacetado, assumindo funções essenciais tanto na produção agrícola quanto na manutenção da vida doméstica. Essa sobreposição de tarefas revela uma divisão do trabalho marcada por desigualdades de gênero, muitas vezes naturalizadas no cotidiano rural. Elas atuam de forma contínua em atividades produtivas — como o plantio, a colheita e o manejo dos animais —, assim como em atividades reprodutivas, como o cuidado com a casa, a preparação dos alimentos e a atenção ao bem-estar dos membros da família. Esse acúmulo de responsabilidades ao longo de todo o ano evidencia a sobrecarga de trabalho que

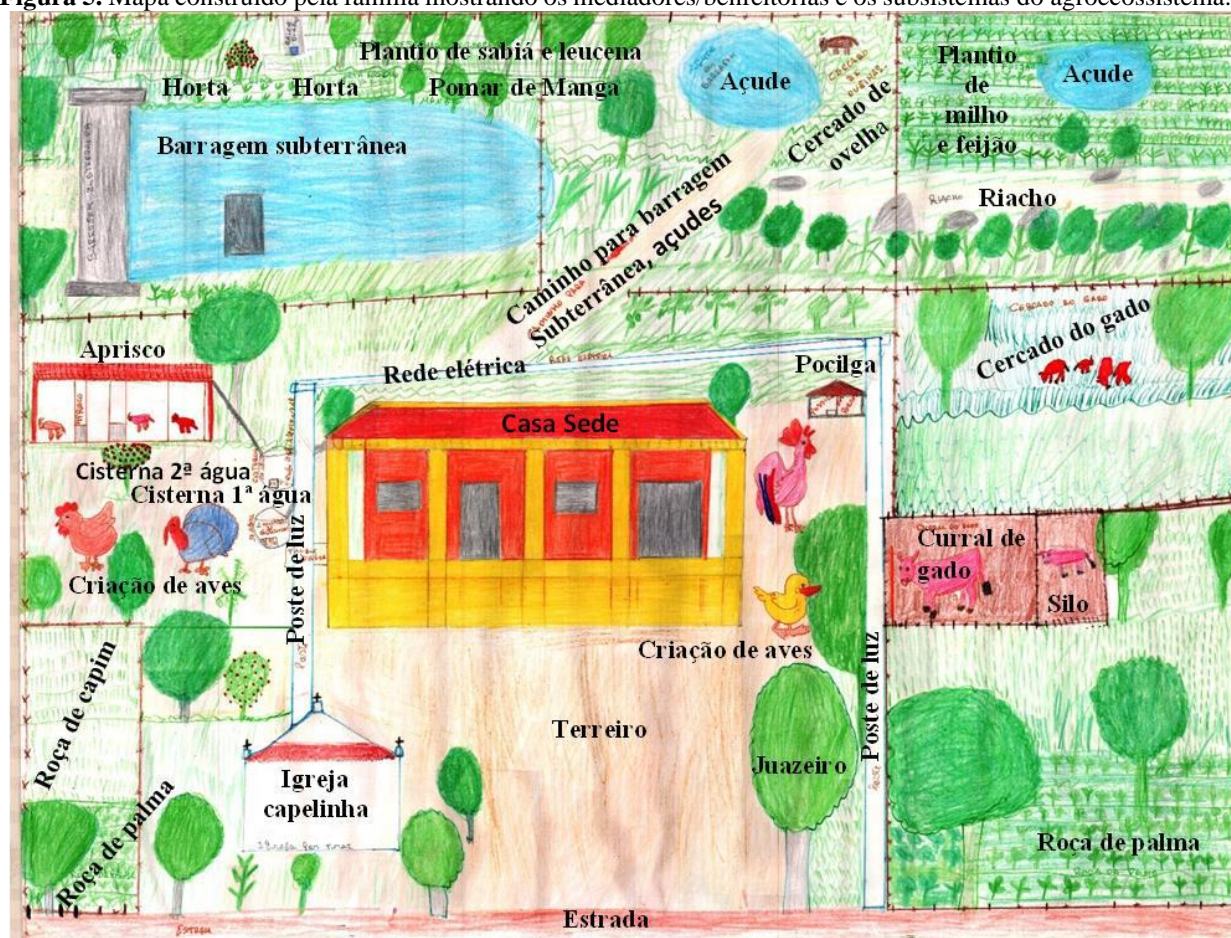
recai sobre as mulheres. Tais tarefas, embora frequentemente invisibilizadas, são fundamentais para a sustentabilidade do agroecossistema.

3.1.3 Mapa do agroecossistema

Como resultado da implementação das tecnologias sociais, especialmente aquelas voltadas ao acesso à água, a família passou a dispor de diversos mediadores/benfeitorias e infraestruturas que contribuíram significativamente para a melhoria das condições e da qualidade de vida. Entre os bens adquiridos, destacam-se uma motocicleta, uma carroça e um automóvel Fiat. Também foram realizadas construções importantes, como uma capela no terreiro da casa, um curral cercado, uma pocilga, um aprisco, um galinheiro e um silo (Figura 5).

A casa-sede passou por reformas, incluindo a ampliação da cozinha, a colocação de revestimento cerâmico em todo o piso e a construção de um banheiro completo dentro da residência, equipado com caixa d'água e sistema de descarga.

Figura 5. Mapa construído pela família mostrando os mediadores/benfeitorias e os subsistemas do agroecossistema.



Fonte: Elaborado pela família agricultora

No que se refere às benfeitorias/mediadores destinadas à estocagem de água, a família dispõe de estruturas voltadas tanto ao consumo humano quanto à produção agrícola e dessedentação animal. A “primeira água”, destinada ao consumo doméstico, é garantida pela cisterna para consumo humano, com capacidade para 16 mil litros. Para a dessedentação animal, a família conta com uma segunda cisterna e dois açudes. Já a “segunda água” — voltada à produção de alimentos — é viabilizada por uma barragem subterrânea, localizada a aproximadamente 1 km da casa-sede, e por um tanque situado em seu entorno, utilizado na irrigação de plantas medicinais e do jardim.

A barragem subterrânea representa uma benfeitoria estratégica no agroecossistema. Construída em 2007, no modelo ASA (Articulação Semiárido Brasileiro), tipo submersível, com parede/septo impermeável de plástico, medindo 38 metros de comprimento e sangradouro de aproximadamente 8 metros. Dispõe ainda de um poço tipo cacimbão, a montante, que possibilita a irrigação da área de plantio da barragem subterrânea, bem como das áreas no seu entorno, além de atender à dessedentação dos animais durante períodos de estiagem.

Sua implementação foi um marco na trajetória da família e no fortalecimento do agroecossistema, ao proporcionar acesso à água para a produção de alimentos. A barragem reduziu significativamente a dependência de caminhões-pipa, favoreceu a diversificação produtiva (com cultivos de hortaliças, frutíferas e forrageiras) e possibilitou geração de renda por meio da comercialização dos excedentes em feiras e mercados locais. Além disso, resultou em melhorias na alimentação da família, com produtos variados e de melhor qualidade, e contribuiu para o empoderamento e a autonomia da família, ao fortalecer sua capacidade de enfrentamento às mudanças climáticas e a tomada de decisões sustentáveis.

Apesar de atualmente a barragem subterrânea apresentar problemas de vazamento em sua estrutura, ela ainda desempenha papel fundamental no agroecossistema. A pastagem continua sendo suficiente para a alimentação dos animais e o poço associado à barragem ainda fornece água para dessedentação. No entanto, a produção de hortaliças está temporariamente suspensa, em razão da escassez de mão de obra familiar e externa, agravada pelo custo da diária, que excede a capacidade financeira da família.

Para uma convivência mais adaptada à realidade do semiárido, a família desenvolve importantes subsistemas produtivos (Figura 5). No âmbito da pecuária, realiza a criação de gado, ovelhas, porcos e aves (galinhas, perus e guínés/capotes). Na agricultura, mantém roças de hortaliças (no entorno da casa-sede), cultivos de grãos (milho e feijão), um pomar, além de forragem (capim e palma). Quando as condições climáticas e de trabalho permitem, também cultiva macaxeira e mandioca.

A produção animal visa tanto ao consumo familiar quanto à comercialização de carne, ovos e leite no mercado regional. O manejo é realizado em sistema semi-extensivo, combinando pastoreio com o cultivo de forrageiras — como capim buffel e palma — e suplementação alimentar com sobras de hortaliças e silagem de milho produzida na própria propriedade.

O cultivo de milho e feijão é realizado com sementes crioulas — variedades desenvolvidas, selecionadas e conservadas por agricultores familiares e comunidades tradicionais ao longo de gerações, com características adaptadas ao meio ambiente local. O milho é destinado ao consumo familiar e à alimentação animal, sendo sua parte aérea utilizada na fabricação de silagem. O feijão é voltado ao consumo próprio, e sua parte aérea serve de alimento para os ovinos. Na horta, quando em atividade, são cultivadas alface, coentro, cebolinha, pimenta-de-cheiro e pimentão.

3.2 AVALIAÇÃO SUSTENTABILIDADE

A avaliação da sustentabilidade foi fundamentada na identificação de pontos críticos do agroecossistema, os quais foram determinados a partir da análise de fatores positivos e limitantes que estavam influenciando sua autonomia, considerando os aspectos de gestão, organização e manejo dos sistemas produtivos. Conforme Masera et al. (1999), pontos críticos são entendidos como os aspectos ou processos que limitam ou fortalecem a capacidade de os sistemas se manterem sustentáveis ao longo do tempo.

Para mensurar a sustentabilidade, foram utilizados gráficos do tipo radar (também conhecidos como gráficos de teia de aranha), uma ferramenta visual que permite a análise simultânea de múltiplos indicadores, possibilitando uma avaliação comparativa entre eles. No presente estudo, os gráficos avaliaram 10 a 11 indicadores distribuídos entre as dimensões técnico-ambiental, social e econômica.

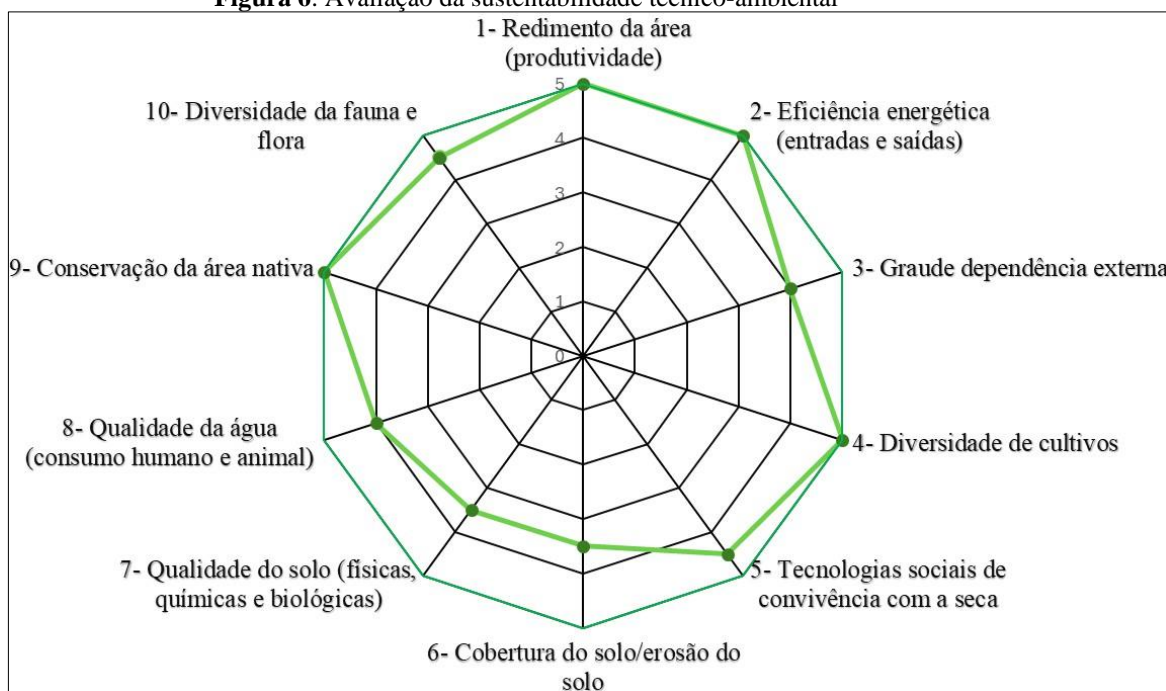
A contribuição da barragem subterrânea foi analisada no contexto do agroecossistema com base nas ferramentas do Diagnóstico Rural Participativo (DRP) e nos gráficos de radar, permitindo uma compreensão mais integrada de seus efeitos sobre os diversos aspectos da sustentabilidade

3.2.1 Dimensão técnico-ambiental

A Figura 6 apresenta os resultados da avaliação da sustentabilidade técnico-ambiental do agroecossistema familiar, evidenciando desempenho expressivo em diversos indicadores-chave. Destacam-se os indicadores 1 (Produtividade), 2 (Eficiência energética), 4 (Diversidade de cultivos) e 9 (Conservação da área nativa), todos classificados no nível máximo de sustentabilidade (nível 5). Esses resultados indicam a existência de um sistema produtivo eficiente, pautado em práticas sustentáveis, com elevada diversidade agrícola e forte compromisso com a conservação ambiental.

Tal desempenho reforça a resiliência ecológica e a autossuficiência do agroecossistema, elementos essenciais para a sua sustentabilidade em longo prazo.

Figura 6. Avaliação da sustentabilidade técnico-ambiental



Fonte: Autores (2025)

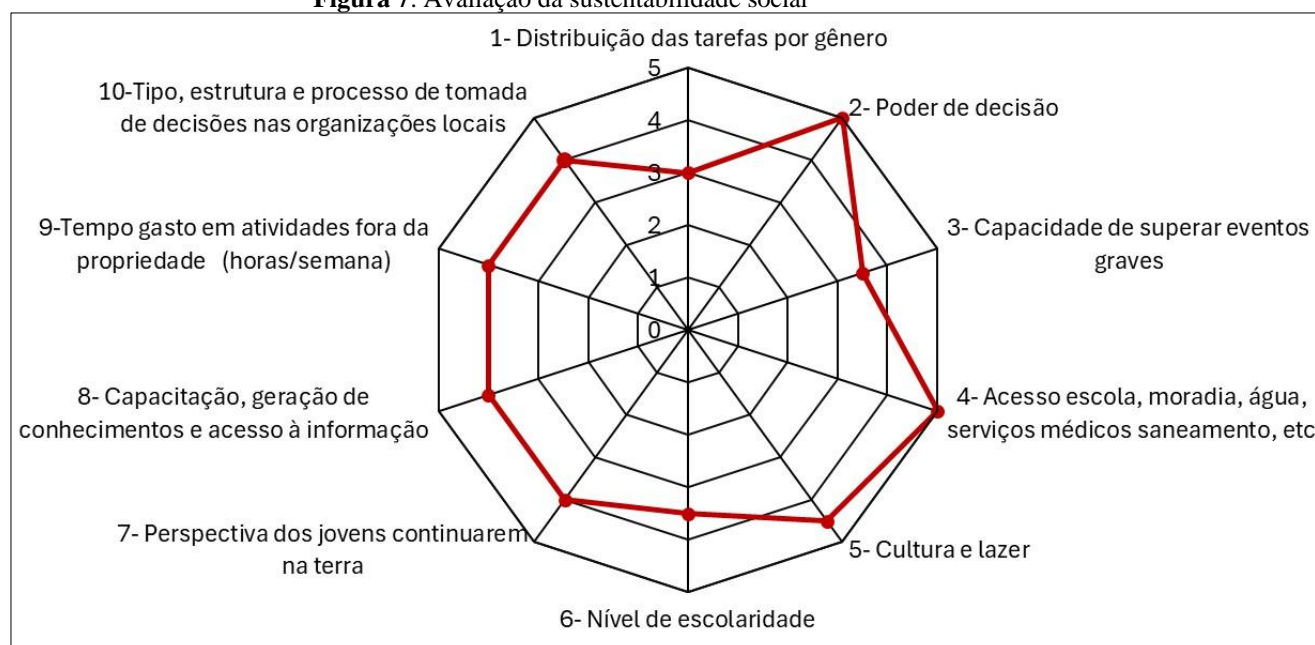
Contudo, os indicadores 6 (Cobertura/erosão do solo) e 7 (Qualidade do solo), ambos avaliados em nível 3,5, evidenciam fragilidades relacionadas ao manejo e à conservação do solo. A existência de áreas com cobertura vegetal insuficiente e sinais de erosão, bem como as limitações quanto à fertilidade e à estrutura do solo, apontam para a necessidade de intervenções específicas. A implementação de práticas como cobertura vegetal permanente, adubação orgânica e rotação de culturas é fundamental para reverter esse cenário e assegurar a sustentabilidade do sistema a longo prazo.

Em síntese, os dados indicam que o agroecossistema apresenta uma base sólida de sustentabilidade técnico-ambiental, com práticas agroecológicas bem consolidadas, embora ainda enfrente desafios técnicos que demandam monitoramento e aprimoramento constantes. O fortalecimento das estratégias de manejo do solo, aliado à conservação da biodiversidade e ao uso racional dos recursos hídricos, será essencial para consolidar um modelo agrícola ambientalmente equilibrado, produtivo e duradouro.

3.2.2 Dimensão social

A análise da Figura 7 revela que o agroecossistema familiar avaliado apresenta expressivos elementos de sustentabilidade social, destacando-se os indicadores 2 (Poder de decisão) e 4 (Acesso a serviços básicos), ambos avaliados com o nível máximo de sustentabilidade (5). Esses resultados indicam uma governança familiar consolidada, com participação ativa dos membros da família nos processos de tomada de decisão, além de uma infraestrutura social adequada. O acesso garantido à educação, à saúde, à moradia e ao saneamento constitui fator essencial para a promoção da qualidade de vida no meio rural e para a permanência das famílias no campo, reforçando a coesão social e o enraizamento territorial.

Figura 7. Avaliação da sustentabilidade social



Fonte: Autores (2025)

Os indicadores 5, 7, 8, 9 e 10, com níveis de sustentabilidade variando entre 4,0 e 4,5, revelam também um cenário positivo, embora ainda com margem para aperfeiçoamentos. A tendência à permanência dos jovens no meio rural, o acesso à capacitação e à informação, o lazer, o equilíbrio entre atividades internas e externas, bem como a organização participativa em instâncias locais, são indicativos de dinamismo social e fortalecimento dos vínculos comunitários. No entanto, persistem limitações relacionadas ao acesso à inovação, à representação equitativa em espaços de decisão e o tempo gasto atividades externas, são aspectos que evidenciam a urgência de estratégias que ampliem oportunidades, promovam a inclusão e assegurem maior equidade e autonomia no contexto rural.

Por outro lado, os indicadores com níveis intermediários de sustentabilidade - entre 3,0 e 3,5

- como o 1 (Distribuição de tarefas por gênero), 3 (Capacidade de superar eventos graves) e 6 (Nível de escolaridade), apontam para desigualdades de gênero, fragilidades na resiliência social e deficiências no nível de escolaridade. Esses fatores impactam negativamente o bem-estar familiar, a autonomia individual e a capacidade de resposta a situações adversas, reforçando a necessidade de políticas públicas voltadas ao empoderamento social, à valorização dos saberes locais e ao incentivo à educação continuada para todos e todas.

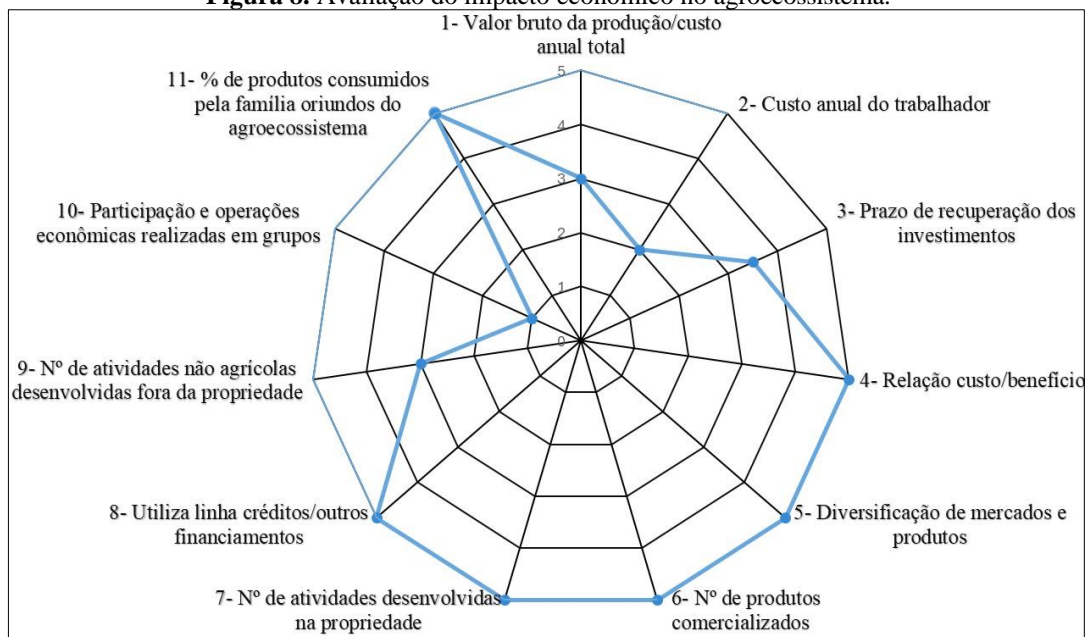
A análise conjunta dos indicadores sociais evidencia que a sustentabilidade do agroecossistema familiar está em processo de consolidação, mas ainda depende da implementação de ações estruturantes e estratégicas. Tais ações devem promover a correção de desigualdades históricas, ampliar o acesso a oportunidades e assegurar a permanência digna das famílias no meio rural. Avançar nesse sentido exige o fortalecimento do protagonismo familiar nas comunidades, o reconhecimento das práticas e saberes locais e o comprometimento com modelos de desenvolvimento rural mais inclusivos, justos e sustentáveis.

3.2.3 Dimensão econômica

A análise da dimensão econômica, conforme apresentada na Figura 8, evidencia uma estrutura com aspectos positivos consolidados, mas também com fragilidades significativas que demandam atenção. O desempenho foi excelente nos indicadores 4, 5, 6, 7, 8 e 11, relacionados à relação custo-benefício, diversificação de mercados e produtos, número de itens comercializados, atividades desenvolvidas na propriedade, uso do crédito e autossuficiência alimentar. Esses resultados indicam resiliência produtiva, capacidade de gestão e bom aproveitamento dos recursos locais — características essenciais para a sustentabilidade econômica no longo prazo.

Já os indicadores 1 (valor bruto da produção), 3 (prazo de recuperação dos investimentos) e 9 (atividades fora da propriedade) apresentaram níveis intermediários de sustentabilidade (entre 3,0 e 3,5). Esses resultados refletem um sistema com potencial de crescimento, mas que ainda enfrenta dificuldades em gerar retorno econômico consistente e alcançar plena autossuficiência. A superação desses desafios requer o fortalecimento das cadeias de comercialização, a agregação de valor aos produtos e a implementação de políticas públicas voltadas à valorização da agricultura familiar, que promovam o acesso a crédito rural orientado, a assistência técnica de base agroecológica e o incentivo à permanência dos jovens no campo, como forma de assegurar a sucessão rural e a inovação produtiva. Dessa forma, os indicadores econômicos carecem de estímulos estruturantes para atingir maior autonomia financeira e estabilidade, sem abrir mão dos princípios da sustentabilidade e da justiça social.

Figura 8. Avaliação do impacto econômico no agroecossistema.



Fonte: Autores (2025)

Em contrapartida, observam-se fragilidades econômicas significativas nos indicadores 2 e 10, ambos com baixos níveis de sustentabilidade (2 e 1, respectivamente). O elevado custo da mão de obra local compromete a viabilidade econômica, sobretudo em sistemas com baixa mecanização e predominantemente voltados para o autoconsumo. Além disso, a ausência de participação em operações econômicas coletivas enfraquece o poder de negociação da família e restringe o acesso a mercados mais justos e eficientes. Essas limitações evidenciam a necessidade de ações estruturantes, como o incentivo à mecanização apropriada para a agricultura familiar e o fomento à organização econômica solidária.

3.3 CONTRIBUIÇÕES DA BARRAGEM SUBTERRÂNEA NA SUSTENTABILIDADE DO AGROECOSSISTEMA

A avaliação do agroecossistema, considerando os aspectos ecológicos, sociais, econômicos e culturais, demonstrou que está caminhando progressivamente para a sustentabilidade ao longo do tempo. Ficou evidente que a implementação de tecnologias sociais de captação e estocagem de água da chuva, resultou em impactos positivos no agroecossistema e nas condições de vida da família agricultora. Essas tecnologias têm viabilizado o abastecimento hídrico para o consumo humano, a produção de alimentos e a criação de animais, mesmo durante períodos prolongados de estiagem, característicos da região.

Especificamente em relação à produção agrícola, a barragem subterrânea se destacou por sua capacidade de armazenar água no subsolo, promovendo a manutenção da umidade do solo por períodos estendidos. Essa característica tem sido determinante para a continuidade das atividades produtivas em contextos de escassez hídrica, ao reduzir a vulnerabilidade dos cultivos frente à irregularidade das chuvas. A manutenção da umidade do solo por mais tempo tem viabilizado a diversificação produtiva ao longo do ano, permitindo a implantação de sistemas agrícolas mais complexos e resilientes. Tal diversificação tem contribuído significativamente para o fortalecimento da soberania alimentar e para a segurança alimentar e nutricional das famílias agricultoras, ao garantir o acesso contínuo e autônomo a uma variedade de alimentos nutritivos e adaptados às condições locais.

Sob a perspectiva da inclusão socioprodutiva, a presença da barragem subterrânea tem desempenhado um papel estratégico ao viabilizar a permanência digna da família no campo, por meio da ampliação de suas capacidades produtivas e do acesso a recursos naturais essenciais de forma sustentável. Ao garantir maior estabilidade nas condições de vida e de produção, essa tecnologia social tem favorecido a inserção da família em circuitos produtivos locais e regionais, promovendo sua autonomia econômica e fortalecendo redes de comercialização solidária.

No aspecto socioeconômico, a barragem subterrânea tem fortalecido a autonomia da família ao viabilizar a produção tanto para o autoconsumo quanto para a comercialização dos excedentes. Esse novo cenário produtivo gerou incremento na renda familiar e maior estabilidade econômica, além de favorecer práticas agropecuárias de base familiar, adaptadas às condições ambientais locais. A criação de pequenos animais e o cultivo de hortaliças e frutíferas também foram intensificados, o que ampliou a oferta de alimentos saudáveis e diversificados.

Dessa forma, a barragem subterrânea tem se consolidado como uma tecnologia social estratégica para a convivência com o Semiárido, ao promover transformações estruturantes no território rural e ampliar as possibilidades de inclusão socioprodutiva das famílias agricultoras. Seus impactos positivos se refletem na melhoria da qualidade de vida, no fortalecimento da dignidade no campo e na promoção da sustentabilidade socioambiental e econômica, por meio do acesso seguro à água, do aumento da autonomia produtiva e da geração de renda em bases sustentáveis.

4 CONCLUSÕES

A análise integrada das dimensões social, econômica e ambiental do agroecossistema familiar revela um sistema com importantes avanços rumo à sustentabilidade, mas que ainda enfrenta desafios pontuais que exigem atenção estratégica.

Na dimensão ambiental, observa-se um cenário positivo com alto nível de produtividade, diversidade de cultivos, conservação da biodiversidade e uso eficiente de energia e água. Tais práticas sustentáveis refletem um compromisso claro com a preservação dos recursos naturais e com a resiliência ecológica. Por outro lado, os indicadores relacionados à cobertura vegetal e à qualidade do solo alertam para a necessidade de melhorias no manejo conservacionista, como rotação de culturas, adubação orgânica e controle da erosão.

No que diz respeito a dimensão social, destaca-se a forte participação da família nos processos decisórios, o acesso a serviços essenciais e a presença de estruturas comunitárias democráticas, que favorecem a coesão social e a permanência no campo. Contudo, persistem desigualdades na distribuição de tarefas por gênero, limitações na escolaridade e fragilidades na capacidade de enfrentar eventos críticos, o que demanda políticas de inclusão, educação e fortalecimento de redes de apoio.

Por fim, no âmbito econômico, o agroecossistema demonstra bom desempenho em indicadores como diversificação produtiva, uso de crédito, relação custo/benefício e autossuficiência alimentar, evidenciando resiliência e organização da produção. No entanto, a alta dependência de mão de obra cara e a baixa participação em atividades econômicas coletivas revelam fragilidades que comprometem a autonomia financeira e a eficiência econômica, exigindo incentivos à cooperação, à mecanização adequada e à valorização das cadeias locais de comercialização.

Em síntese, o agroecossistema avaliado apresenta uma base sólida para a sustentabilidade, a partir das tecnologias de acesso e estocagem da água de chuva, mas seu aprimoramento depende de ações integradas e contínuas, que articulem políticas públicas, fortalecimento comunitário e inovações agroecológicas. O equilíbrio entre essas três ações será decisivo para garantir a viabilidade, a justiça social e a resiliência do agroecossistema a longo prazo.

Especificamente em relação à contribuição da barragem subterrânea na sustentabilidade do agroecossistema, pode-se afirmar que essa tecnologia desempenha papel estratégico ao promover o armazenamento da água da chuva no subsolo, assegurando a continuidade das atividades produtivas em períodos de estiagem, reduzindo a vulnerabilidade hídrica e fortalecendo a segurança alimentar e nutricional das famílias.

Ao articular conhecimentos técnicos com os saberes locais, essa tecnologia valoriza a cultura camponesa e promove o protagonismo das famílias no cuidado com o território e na preservação de seus modos de vida. Nesse processo, contribui não apenas para a melhoria das condições ecológicas e econômicas, mas também para o fortalecimento dos laços sociais e da identidade cultural nas comunidades rurais.

Além disso, a barragem subterrânea desempenhou papel determinante na inclusão socioprodutiva da família. Ao possibilitar a produção diversificada, a geração de renda e a permanência no campo, ela ampliou o acesso a oportunidades econômicas e sociais de forma sustentável e autônoma, contribuindo para transformar realidades marcadas por exclusão e escassez em experiências de resiliência, dignidade e pertencimento.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, de forma especial, a família agricultora, pela generosidade em compartilhar suas experiências, conhecimentos e tempo. Sua contribuição foi fundamental para a construção deste diagnóstico e para a compreensão profunda da realidade vivida no campo.

Reconhecemos também o compromisso e a dedicação dos parceiros institucionais, técnicos e organizações locais que coexecutaram todas as etapas do trabalho, desde o planejamento até a coleta e análise dos dados.

O envolvimento coletivo e a confiança mútua entre pesquisadores, família agricultora e parceiros foram essenciais para o desenvolvimento desta avaliação e reforçam a importância do trabalho colaborativo, participativo e codesenvolvido na promoção de agroecossistemas mais sustentáveis, justos e resilientes.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

CANDIDO, G. A.; NOBREGA, M. M.; FIGUEIREDO, M. T. M.; MAIOR, M. M. S. Avaliação da sustentabilidade de unidades de produção agroecológicas: um estudo comparativo dos métodos IDEAS e MESMIS. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo/SP, v. 18, n. 3, 99-120, 2055. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC756V1832015>>. Acesso em: 23 de abril 2025.

CONWAY, G. R.; BARBIER, E. B. *After the Green Revolution: Sustainable Agriculture for Development*. Londres: Earthscan, 2013.

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, 19–36; 2011. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/view/49168/37332>>. Acesso em: 07 de maio 2025.

GOMES, J. C. C.; ASSIS, W. S. de. (Ed.). *Agroecologia: princípios e reflexões conceituais*. Brasília, DF : Embrapa, 2013. 1 v. 245 p. il.; color. (Coleção Transição Agroecológica, v.1).

GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 404 p.

GONZÁLEZ DE MOLINA, Manuel; TOLEDO, Víctor M. *Metabolismos, naturaleza e historia: hacia una teoría de las transformaciones socioecológicas*. Barcelona: Icaria Editorial, 2011.

IAQUINTO, B. O. A SUSTENTABILIDADE E SUAS DIMENSÕES. *Revista da ESMESC*. Florianópolis/SC, v. 25, n.31, 157–178, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.14295/revistadaesmesec.v25i31.p157>>. Acesso em: 07 de maio de 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades e Estados: Senador Rui Palmeira, Alagoas*. 2025. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/senador-rui-palmeira.html>>. Acesso em: 04 de abril 2025.

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, 2018. Nota Técnica. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/6762/pdf>>. Acesso em: 06 de abril 2025.

MASCARENHAS, J. de C; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C. de. *Diagnóstico do município de Senador Rui Palmeira, estado de Alagoas*. Recife, Pernambuco: CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/bitstream/doc/15348/1/rel_cadastrs_senador_rui_palmeira.pdf>. Acesso em: 12 de abril de 2025.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. México: Mundi Prensa, 1999. 109 p.

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos. Barragem subterrânea: alternativa de captação e armazenamento de água de chuva. Cadernos do Semiárido: Riquezas & Oportunidades, v.11, n. 11, p. 27-31, 2017. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1098685/1/CADERNODOSEMIA_RIDO2731.pdf>. Acesso em: 14 de abril 2025.

PETERSEN, P; SILVEIRA, L; FERNANDES, G. B.; ALMEIDA, S. G. LUME: Método de análise econômico - ecológico de agroecossistemas (Eds). Rio de Janeiro : AS.PTA - Agricultura Familiar e Agroecologia, 2021. 118 p. Disponível em <https://aspta.org.br/files/2015/05/Lume_Port_V_Final-1.pdf>. Acesso em: 16 de maio de 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SENADOR RUI PALMEIRA. Disponível em: <https://www.senadorruipalmeira.al.gov.br/portal/artigo/prefeitura-de-senador-rui-palmeira-incentiva-a-producao-agricola-por-meio-da-feira-da-agricultura-familiar?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 14/ de abril de 2025.

SANTOS, J. C. P. dos; ARAÚJO FILHO, J. C. de; BARROS, A. H. C.; ACCIOLY, L. J. de O. V.; TAVARES, S. C. C. de H.; SILVA, A. B. da; LEITE, A. P.; NASCIMENTO, A. F.do; AMARAL, A. J. do; CAVALCANTI, A. C.; GOMES, E. C.; MARQUES, F. A.; SILVA, F. H. B. B. da; LUZ, L. R. Q. P. da; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, M. S. L. da; RIBEIRO FILHO, M. R.; LOPES, O. F.; LIMA, P. C. de; PARAHYBA, R. da B. V.; CUNHA, T. J. F.; TABOSA, J. N.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; LOPES, H. L.; SILVEIRA, H. L. F. da; SILVA, E. A. da; SILVA, J. A. da; ALVES, E. da S.; MENEZES, A.; SILVA, D. F. da; FONSECA, J. C. da; BOTELHO, F. P. Zoneamento agroecológico de Alagoas. Maceió, AL: Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário; Recife, PE: Embrapa Embrapa Solos - UEP Recife, 2013.

Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico. Perfil Municipal: Senador Rui Palmeira. Maceió, n.2. 2014. Disponível em: <<https://dados.al.gov.br/catalogo/dataset/267a1b30-b240-4815-9375-db3f1c44a72b/resource/53afc1bb-587c-41a8-b25e-641a13c8a031/download/municipalsenadorruipalmeira2014.pdf>>. Acesso em: 25 de abril 2025.

SILVA, M. S. L. da; MARQUES, F. A.; NASCIMENTO, A. F. do; LIMA, A. de O.; RIBEIRO, C. A.; BARBOSA, A. G.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; AMARAL, A. J. do; MELO, R. F. de; PARAHYBA, R. da B. V. Barragem subterrânea: acesso e usos múltiplos da água no Semiárido brasileiro. Brasília, DF: Embrapa, 2021. 45 p. Disponível em: <[file:///C:/Users/User/Downloads/Barragem-subterranea-acesso-e-usos-multiplos-da-agua-2021%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Barragem-subterranea-acesso-e-usos-multiplos-da-agua-2021%20(4).pdf)>. Acesso em: 27 de maio 2025.

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: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1130957/1/Barragem-subterranea-sustentabilidade-socioecologica-e-economica-2021.pdf>>. Acesso em: 25 de maio 2025.

VERDEJO, M. E. Diagnóstico Rural Participativo. Brasília: MDA/Secretaria da Agricultura Familiar. Brasília, DF, 2006. 61p. Disponível em:
<<http://jararaca.ufsm.br/websites/deaer/download/VIVIEN/Texto01/ManualDATER.pdf>>. Acesso em: 27 de maio de 2025.