

DO SERTÃO QUE FALA ALTO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE O PROTAGONISMO DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS NO NORDESTE SEMIÁRIDO.

FROM THE SERTÃO THAT SPEAKS LOUDLY: A SYSTEMATIC REVIEW ON THE ROLE OF SOCIAL TECHNOLOGIES IN BRAZIL'S SEMI-ARID NORTHEAST.

Marcos Vinicius Gomes¹
Alan Víctor Santos de Souza²
Sandra Rufino³

Área Temática 7: Tecnologias Sociais, Tecnologia Educacionais e Assistivas e Tecnologia da Informação.

Modalidade: Artigo Científico

Resumo

O semiárido nordestino brasileiro é caracterizado por uma combinação de fatores climáticos, sociais e econômicos que historicamente condicionam a vida de suas populações, marcadas por períodos prolongados de estiagem, baixos indicadores de desenvolvimento humano e limitações de acesso a serviços públicos essenciais. Diante desse cenário, as tecnologias sociais, concebidas com base na participação popular e na valorização dos saberes locais, têm sido mobilizadas em diversos territórios da região como estratégias sustentáveis de convivência com o semiárido. O presente estudo teve como objetivo identificar os impactos e entraves das tecnologias sociais desenvolvidas no semiárido nordestino, a partir de um mapeamento sistemático da produção acadêmica sobre o tema. Trata-se, assim, de uma revisão sistemática da literatura, com abordagem quali-quantitativa. Após triagem e aplicação dos critérios de elegibilidade que resultaram em uma amostra efetiva de 75 trabalhos, os estudos selecionados também foram analisados quanto à distribuição territorial e de produção científica. Os achados sistematizados revelam inúmeros impactos socioeconômicos e ambientais, associados à autonomia produtiva, à valorização cultural e à gestão compartilhada dos recursos naturais. Não obstante, entraves importantes foram delineados, como a despolitização dos processos participativos e a descontinuidade de tecnologias após fases de implementação.

Palavras-Chave: Tecnologia Social, Semiárido, Agroecologia, Saneamento, Revisão Sistemática

Abstract

The Brazilian semi-arid region of the Northeast is characterized by a combination of climatic, social and economic factors that have historically affected the lives of its populations, marked by prolonged periods of drought, low human development indicators and limited access to essential public services. In this scenario, social technologies, designed based on popular participation and the valorization of local knowledge, have been mobilized in several territories of the region as sustainable strategies for coexisting with the semi-arid region. The present study aimed to identify the impacts and obstacles of social technologies developed in the semi-arid region of the Northeast, based on a systematic mapping

¹ UFRN; marcos.gomes.703@ufrn.edu.br

² UFRN; alan.souza.711@ufrn.edu.br

³ UFRN; sandra.rufino@ufrn.br

of academic production on the subject. It is, therefore, a systematic review of the literature, with a qualitative and quantitative approach. After screening and applying the eligibility criteria that resulted in an effective sample of 75 works, the selected studies were also analyzed in terms of territorial distribution and scientific production. The systematized findings reveal numerous socioeconomic and environmental impacts, associated with productive autonomy, cultural valorization and shared management of natural resources. However, important obstacles were outlined, such as the depoliticization of participatory processes and the discontinuity of technologies after implementation phases.

Key words: Social Technology, Semi-arid, Agroecology, Sanitation, Systematic Review

1. Introdução

O Nordeste brasileiro, uma das cinco regiões do país, destaca-se por sua diversidade cultural e histórica, com mais de 54 milhões de habitantes, abriga cerca de 30% da população nacional (IBGE, 2022). Essa região, ao passo que se evidencia pela pluralidade cultural, histórica e representativa, caracteriza-se, também, por grandes contrastes socioeconômicos e desafios ambientais persistentes.

Inserido nesse contexto está o semiárido brasileiro, que se estende pelos nove estados do Nordeste e o norte de Minas Gerais. Ocupa 12% do território nacional e abriga cerca de 28 milhões de pessoas, sendo um dos semiáridos mais povoados do mundo (INSA, 2025). O termo “semiárido” remete tanto a um conceito climático quanto regional, impactando a inclusão de territórios nas políticas públicas. Enquanto o primeiro se baseia em parâmetros físicos (baixa pluviosidade, alta temperatura), o segundo considera aspectos sociais e históricos, como dificuldades no acesso à água, identidade cultural e convivência com a seca.

A delimitação oficial do Semiárido Brasileiro (SAB) foi estabelecida pela Portaria nº 89/2005 do Ministério da Integração Nacional, com base em critérios como precipitação ≤ 800 mm, índice de aridez $\leq 0,5$ e risco de seca $\geq 60\%$. Abrange 1.477 municípios em uma área de cerca de 982 mil km² (IBGE, 2022).

Historicamente, o semiárido foi associado à escassez e ao combate à seca, vista como inimiga ser vencida. Esse discurso reducionista tem sido desafiado por propostas de convivência com o semiárido, reconhecendo suas potencialidades. Para Silva (2010), trata-se de um espaço onde é possível construir relações sustentáveis entre seres humanos e natureza, conciliando qualidade de vida e atividades econômicas adequadas. Essa mudança de paradigma é fundamental para compreender o papel, por exemplo, das tecnologias sociais como expressões

legítimas de conhecimento e inovação, que contribuem para a construção de alternativas sustentáveis e justas no semiárido nordestino.

Nesse cenário, as tecnologias sociais se destacam como inovações alinhadas à convivência com o semiárido. Essas tecnologias são fruto de reconfigurações sociotécnicas que mobilizam práticas sociais voltadas à superação da exclusão (Souza; Pozzebon, 2020). Ao contrário das tecnologias convencionais, descoladas do contexto socioambiental, as TS promovem inclusão e transformação participativa das realidades. Com base nas potencialidades e limitações do semiárido, devem ser desenvolvidas tecnologias adequadas para o manejo sustentável dos recursos naturais existentes na localidade, e no trato das questões pertinentes ao acesso à água (Ferreira Lima; Silvia; Sampaio, 2011).

Diante disso, este artigo realiza uma revisão sistemática da literatura sobre o protagonismo das tecnologias sociais no semiárido nordestino, com foco em suas contribuições para práticas sustentáveis e emancipadoras. Busca-se compreender como essas iniciativas rompem com a lógica assistencialista, valorizando o território como espaço de resistência e inovação, capaz de desafiar os modelos tradicionais de desenvolvimento. Logo, mais do que falar do sertão como lugar de carência, pretende-se “escutá-lo” como um território que “fala alto”, que se reinventa, propõe soluções e desafia os paradigmas tradicionais do desenvolvimento.

2. Metodologia

A presente pesquisa trata-se de um estudo básico, desenvolvido a partir de abordagens quali-quantitativas, pois, ao mesmo tempo em que sistematiza dados e identifica tendências observáveis, também busca compreender a complexidade social da temática explorada, considerando os processos particulares e contextuais de grupos sociais delimitados (Minayo; Sanches, 1993). O objetivo central é reunir e analisar criticamente as evidências disponíveis sobre as tecnologias sociais desenvolvidas no semiárido nordestino brasileiro. Para tanto, optou-se pela realização de uma revisão sistemática da literatura, uma metodologia consolidada no campo da pesquisa científica, que visa reunir, avaliar criticamente e sintetizar evidências empíricas e teóricas sobre um determinado tema de forma rigorosa, transparente e replicável (Gil, 2008).

A revisão foi conduzida, em parte, com base nas diretrizes do protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), que em português

significa Itens de Relatórios Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises, amplamente utilizado em revisões científicas por fornecer um roteiro estruturado para as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos analisados (Page *et al.*, 2020).

A definição da questão de pesquisa partiu da necessidade de compreender os elementos comuns às tecnologias sociais implementadas no semiárido do Nordeste brasileiro, com atenção a seus impactos e entraves. Assim, a pergunta norteadora formulada foi: quais são os impactos e entraves comuns entre as tecnologias sociais desenvolvidas no semiárido nordestino? A amplitude da questão se justifica pelo caráter exploratório da investigação, permitindo a identificação de padrões e lacunas na literatura nacional sobre o tema.

A coleta dos dados foi realizada entre os meses de agosto de 2024 a fevereiro de 2025, nas seguintes bases de dados científicas: Web of Science, SciELO, BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), Portal de Periódicos CAPES e Google Scholar. A inclusão do Google Scholar e da BDTD teve como finalidade ampliar o escopo da revisão para incluir literatura cinzenta, como dissertações, teses e trabalhos de eventos científicos, que frequentemente apresentam experiências locais valiosas, ainda que não publicadas em periódicos indexados. A busca realizada foi ampla, sem delimitações linguísticas ou temporal, de forma a contemplar tanto experiências mais recentes quanto estudos fundadores do campo.

Os descritores utilizados nas estratégias de busca foram combinados com operadores booleanos e incluíram as seguintes expressões (português e inglês) nos respectivos canais de busca:

- Tecnologia social” AND “Semiárido” AND “Nordeste”
- Tecnologia social” AND “Semiárido” AND “Nordeste” AND “Comunidades Tradicionais”
- Tecnologia social” AND “Semiárido” AND “Nordeste” AND “Comunidades Quilombolas”

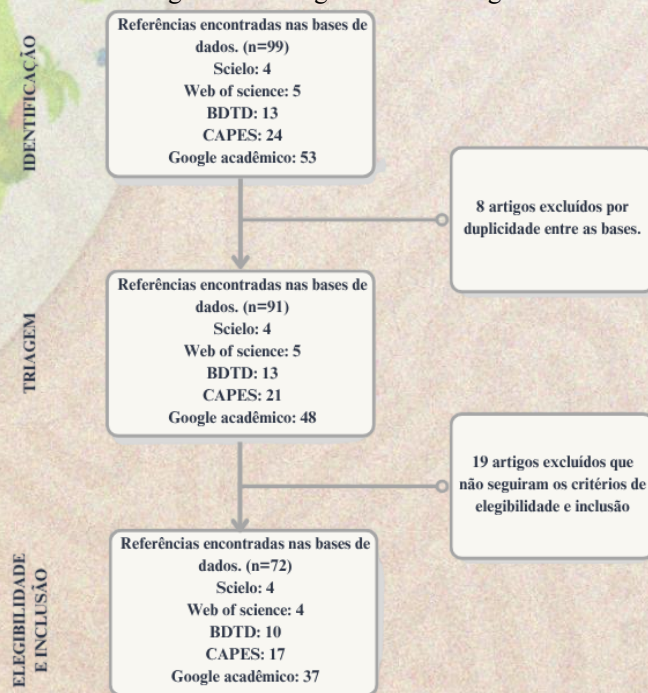
A construção do protocolo de busca objetivou garantir sensibilidade e especificidade, isto é, identificar o maior número possível de estudos relevantes sem comprometer a pertinência ao objeto da pesquisa.

Foram definidos como critérios de elegibilidade e inclusão: trabalhos acadêmicos que abordam tecnologias sociais desenvolvidas no semiárido nordestino e que possuam a palavra “Tecnologia Social” ou “tecnologias sociais” em seu título, resumo ou palavra-chave, independentemente do tipo de documento (artigos de periódicos, resumos expandidos, anais de

eventos, monografias, dissertações e teses); estudos que relatam experiências e análises concretas da TS, com destaque para os impactos sociais, ambientais e econômicos, bem como suas limitações e potencialidades. Por outro lado, os critérios de exclusão abrangeram documentos duplicados encontrados em canais de busca diferentes, estudos que tratam de tecnologias sociais desenvolvidas em outras regiões do país ou sem relação com o recorte geográfico definido, além de textos sem fundamentação empírica ou com abordagem excessivamente genérica, que não permitissem identificar a aplicação territorial das tecnologias analisadas.

A seleção dos materiais seguiu quatro etapas metodológicas sucessivas, conforme proposto pelo PRISMA: (i) identificação, com o levantamento inicial dos estudos nas bases selecionadas; (ii) triagem, mediante leitura dos títulos e resumos, visando excluir estudos que não atendiam aos critérios estabelecidos; (iii) elegibilidade, com a leitura na íntegra dos textos selecionados, possibilitando a verificação do alinhamento ao escopo da pesquisa; e, por fim, (iv) inclusão, com a consolidação do corpus final de análise. Todo esse processo foi documentado no fluxograma da Figura 1 abaixo, que sintetiza a trajetória de seleção dos estudos até o conjunto final incluído na revisão.

Figura 1 - fluxograma metodológico



Fonte: Autoria própria, 2025.

Para a análise dos dados extraídos, foi utilizado um protocolo de categorização contendo os seguintes elementos: (1) ano da publicação; (2) local de desenvolvimento da tecnologia; (3) objetivo do projeto ou iniciativa; (4) tipo ou categoria da tecnologia social empregada; (5) benefícios relatados e entraves encontrados durante o desenvolvimento e/ou replicação.

Dessa forma, a metodologia aqui descrita busca oferecer um panorama abrangente e fundamentado das contribuições e desafios que permeiam a trajetória das tecnologias sociais na região semiárida nordestina.

3. Resultados/Discussões

A presente seção apresenta os principais resultados obtidos por meio da revisão sistemática da literatura, seguidos da análise e discussão crítica dos achados à luz da questão de pesquisa e mantendo sobre o arcabouço teórico o objetivo é identificar os impactos e entraves comuns entre as tecnologias sociais desenvolvidas no semiárido nordestino.

3.1 Um solo rico em saberes: perfil das produções sobre Tecnologia Social no semiárido

O levantamento das produções acadêmicas sobre tecnologias sociais no semiárido nordestino permite delinear um panorama representativo dos caminhos epistemológicos e metodológicos que vêm sendo trilhados no campo. Os dados, após categorizados e analisados profundamente, revelam a existência de um corpus teórico e empírico em expansão, cujos conteúdos refletem tanto o acúmulo de experiências práticas quanto os esforços de sistematização crítica do conhecimento produzido sobre o tema.

Nesse sentido, a primeira análise é o mapeamento das fontes de produção científica, a qual não se limita à identificação quantitativa dos materiais disponíveis, mas permite acessar as dinâmicas de circulação do saber, os espaços institucionais de produção e as interfaces entre universidade, sociedade civil e comunidades locais. Este perfil das publicações funciona, assim, como uma lente inicial na qual se observa a temática investigada.

A partir da distribuição percentual dos estudos selecionados de acordo com a base de dados de origem, observa-se que o Google Acadêmico concentrou a maior parte das produções incluídas, respondendo por 51,4% do total de documentos. Esse resultado reflete a amplitude e a flexibilidade da ferramenta como motor de busca acadêmico multidisciplinar e de acesso livre, que permite recuperar publicações oriundas de diversas fontes institucionais, incluindo documentos que, por vezes, não estão indexados em bases mais tradicionais. No entanto, essa

predominância também impõe cuidados metodológicos, uma vez que o Google Acadêmico apresenta menor controle de curadoria e indexação, o que requer rigor redobrado no processo de seleção e avaliação crítica do material coletado.

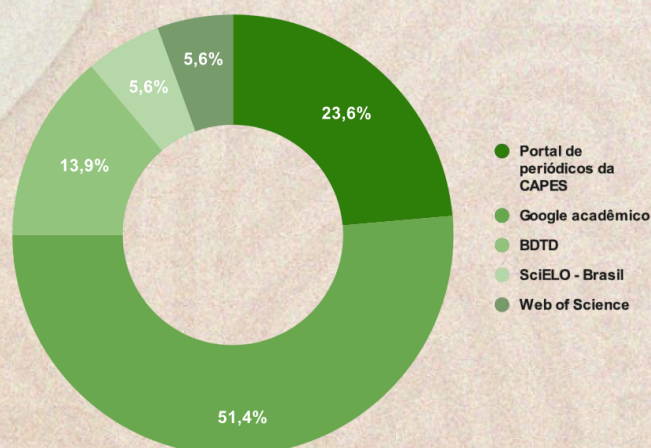
A segunda maior concentração foi registrada no Portal de Periódicos da CAPES, com 23,6% dos trabalhos. Essa base é reconhecida por sua abrangência e qualidade, reunindo periódicos nacionais e internacionais avaliados por pares e com critérios editoriais consolidados. A presença significativa de estudos nesta base evidencia o reconhecimento institucional e acadêmico da temática, além de reforçar a consolidação do tema no escopo das ciências sociais aplicadas e das engenharias engajadas.

Paralelamente, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), plataforma mantida pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) representou 13,9% dos estudos mapeados, demonstrando a relevância das pesquisas de pós-graduação na produção de conhecimento sobre o tema.

Por outro lado, as bases SciELO Brasil e Web of Science contribuíram, cada uma, com 5,6% dos estudos analisados. Embora com menor incidência, esses repositórios caracterizam-se por um nível elevado de qualificação científica e podem indicar que a temática, embora em ascensão, ainda encontra limitações em termos de visibilidade em periódicos com escopos mais internacionalizados ou com maior exigência quanto a critérios de indexação.

Esses achados estão sintetizados na Figura 2, por meio de um gráfico construído através da categorização dos trabalhos no Google Sheets.

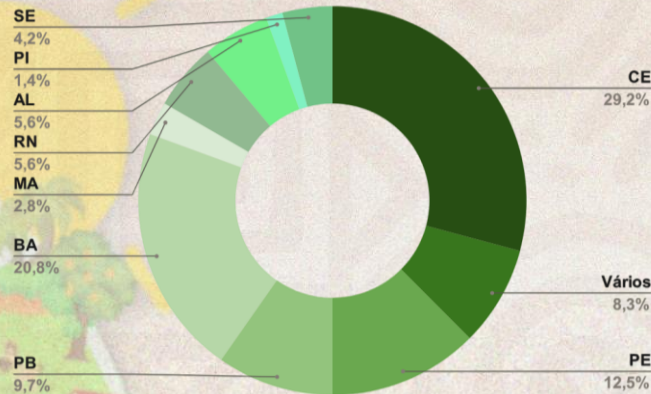
Figura 2 - Percentual de trabalhos por base de pesquisa



Fonte: Autoria própria, 2025.

No que tange a distribuição territorial das produções acadêmicas sistematizadas, a análise feita através da Figura 3 revela um padrão de centralização em alguns estados, mas com uma diversidade significativa de fontes que expressam diferentes escalas de atuação. Esse panorama é persistente, ainda que não problematizado de forma aprofundada, pois busca-se aqui apresentá-lo de forma descritiva e equânime.

Figura 3 - Percentual de trabalhos por Estado



Fonte: Autoria própria, 2025.

O Ceará lidera o contexto estudado, respondendo por 29,2% das publicações, seguido da Bahia, que apresenta a segunda maior participação (20,8%), por Pernambuco (12,5%) e Paraíba (9,7%).

Estados como Alagoas e Rio Grande do Norte aparecem com 5,6% cada, enquanto Sergipe contabiliza 4,2%. O Maranhão (2,8%) e o Piauí (1,4%) têm destaque menos expressivo, mas ainda relevantes, revelando a presença de experiências e estudos localizados que contribuem para o entendimento do tema em diferentes contextos. A categoria “Vários” (8,3%) agrupa pesquisas com escopo multiestatal nordestino, sugerindo que há trabalhos com abordagem comparativa ou regional que ultrapassam os limites de um único estado.

Portanto, os achados demonstram que a territorialidade se constitui como uma importante dimensão na formulação, implementação e consolidação dessas tecnologias, reforçando a importância de se compreender o semiárido como uma realidade plural e dinâmica, onde as demandas comunitárias e os arranjos sociotécnicos historicamente construídos se entrelaçam na criação de convivências e contravenções.

3.2 A travessia da Tecnologia Social sobre o semiárido: potencialidades e entraves em análise.

Posteriormente à análise referente ao perfil das produções, esta seção propõe-se a organizar os achados da revisão sistemática em categorias temáticas, com o intuito de possibilitar uma leitura mais precisa e significativa dos elementos convergentes entre as tecnologias sociais identificadas. A construção dessas categorias parte da observação atenta da recorrência de determinadas abordagens, propósitos e modos de atuação nas experiências analisadas. Embora inseridas em contextos socioterritoriais diversos, as iniciativas revelam padrões de incidência temática que compartilham fundamentos conceituais, finalidades práticas e dinâmicas operacionais semelhantes, permitindo, assim, uma sistematização que respeita a complexidade dos casos sem desconsiderar suas afinidades estruturais e epistêmicas. Essa categorização não pretende encerrar a multiplicidade das iniciativas, mas antes iluminar os horizontes de sentido que elas instituem enquanto práticas situadas, atravessadas por relações de poder, saber e pertencimento.

Assim, delinear-se três grandes campos de análise: o primeiro, voltado à agricultura familiar e à agroecologia, expressa a relação entre o ser do sertão e a terra cultivada com diligência, onde o manejo produtivo é também gesto político e poético de habitar o território. O segundo eixo, dedicado às tecnologias de saneamento, conecta-se à convivência cotidiana com a seca e a ausência de direitos universais por meio da criação de dispositivos que transformam o limite em possibilidade: da água escassa, faz-se permanência; do resíduo, faz-se cuidado. Por fim, um terceiro agrupamento, nomeado “Outras expressões”, reúne experiências menos frequentes, mas igualmente significativas, como as que se orientam à geração de renda ou à construção de arranjos econômicos locais, expressando a capacidade inventiva de sujeitos coletivos os quais ousam construir outras economias e temporalidades.

3.2.1 Agricultura Familiar e Agroecologia.

A agricultura familiar e a agroecologia constituem campos convergentes de práticas e saberes que se contrapõem à lógica produtivista e instrumental da agricultura convencional. Longe de serem apenas modalidades técnicas ou alternativas de produção, ambas expressam modos de vida historicamente construídos e territorialmente situados, nos quais o cultivo da terra é indissociável da reprodução social, cultural e simbólica das comunidades que nela

vivem. A agricultura familiar, reconhecida legalmente no Brasil desde a Lei nº 11.326/2006, é para Abramovay (1997) compreendida como uma forma social de produção que articula racionalidades econômicas e não econômicas, sendo marcada por uma forte relação entre trabalho e vida. Essa lógica contrasta com os modelos empresariais ou capitalistas de produção rural, que operam sob o signo da acumulação e da padronização tecnológica.

Suplementarmente, para Altieri (2009), a agroecologia propõe o redesenho dos sistemas agrícolas com base nos princípios da biodiversidade, do ciclo dos nutrientes, da resiliência ecológica e da valorização do conhecimento tradicional. Ela não se limita a um conjunto de técnicas, mas constitui uma perspectiva política que confronta os paradigmas da Revolução Verde, questionando a dependência de insumos externos e a degradação ambiental provocada pela agricultura convencional.

As tecnologias sociais identificadas nesta revisão sistemática, quando vinculadas aos campos da agricultura familiar e da agroecologia, expressam um conjunto de racionalidades técnico-culturais que se articulam à lógica da convivência com o semiárido. Embora distintas quanto à sua forma, abrangência e metodologia de desenvolvimento, essas experiências apresentam elementos em comum que permitiram sua organização em três grupos analíticos: (i) sistemas de cultivo adaptados ao semiárido, (ii) estratégias de manejo ecológico e restauração produtiva, e (iii) tecnologias de fortalecimento sociocomunitário e reprodução dos saberes.

O primeiro grupo, referente aos **sistemas de cultivo adaptados**, compreende tecnologias orientadas à maximização do uso da terra e da água, com destaque para os quintais produtivos, os canteiros econômicos e os canteiros inteligentes irrigados. Essas práticas operam segundo o princípio da diversificação agroalimentar em pequena escala, integrando hortaliças, plantas medicinais, árvores frutíferas e criações de pequeno porte. São tecnologias de base agroecológica, que contribuem para a segurança alimentar e nutricional das famílias e ambientalmente para a resiliência ecológica dos sistemas produtivos. A irrigação adaptada, por meio do uso de tecnologias de baixo custo e fácil manejo, mobiliza conhecimentos empíricos sobre o manejo hídrico, frequentemente associado ao reuso de águas cinzas. O Sistema de Produção Agroecológica Integrado e Sustentável (PAIS), de maior capilaridade nas experiências analisadas devido a projetos junto a Fundação Banco do Brasil e Ministério da Integração Nacional, é exemplar nesse sentido, por articular componentes de cultivo,

compostagem e criação animal em um arranjo circular e sinérgico, que sintetiza os fundamentos da produção integrada e da autonomia rural (Santos, 2014).

No segundo grupo, que abrange **estratégias de manejo ecológico e restauração produtiva**, situam-se experiências voltadas à regeneração de solos, à conservação de recursos naturais e à ampliação da capacidade produtiva por meios não convencionais. A rochagem, como técnica de remineralização do solo a partir da aplicação de pó de rochas, é uma alternativa ecológica aos insumos químicos convencionais, reforçando os princípios da transição agroecológica. Existem ainda, tecnologias ligadas à recuperação de nascentes, empregada por agricultores familiares, povos indígenas e comunidades quilombolas, manifestando uma ação ecopedagógica que ultrapassa o escopo técnico da intervenção ambiental, ao recuperar áreas degradadas por meio de um manejo participativo e multiescalar, resgatando o papel das comunidades na gestão compartilhada das águas e na proteção dos bens comuns.

O terceiro grupo reúne **tecnologias orientadas ao fortalecimento dos vínculos sociocomunitários**, da memória agrícola e da Economia Solidária. As casas e bancos de sementes de caráter comunitário, além de dispositivos de conservação da agrobiodiversidade, também corroboram como espaços de articulação coletiva e de afirmação de direitos sobre os bens genéticos locais, promovendo a soberania alimentar e a resistência frente à padronização das sementes comerciais. A meliponicultura comunitária, por sua vez, além de gerar produtos com valor agregado, como o mel de abelhas nativas sem ferrão, fortalece a educação ambiental e a valorização dos serviços ecossistêmicos, como a polinização. Complementarmente, as Comunidades que Sustentam a Agricultura (CSA) representam um arranjo inovador de comercialização solidária e corresponsável, em que consumidores se comprometem a financiar a produção agroecológica de um grupo de agricultores, resgatando relações éticas e territoriais na cadeia alimentar e contribuindo para a desconstrução da lógica mercantil da agricultura.

Em consonância com essa diversidade de práticas e arranjos, a análise sistemática dos artigos permitiu identificar efeitos recorrentes decorrentes do desenvolvimento dessas tecnologias e os entraves que limitam sua permanência e replicabilidade e expansão. As pontuações relatadas foram organizadas segundo as dimensões mais frequentemente abordadas na literatura (socioeconômica e ambiental) conforme sistematizado no Quadro 1:.

Quadro 1: Impactos e entraves identificados.

Dimensão	Impactos observados	Entraves identificados
Socioeconômica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geração de renda complementar e/ou principal; ▪ Valorização da produção local; ▪ Redução da dependência de insumos externos; ▪ Promoção da saúde alimentar e nutricional; ▪ Ampliação da autonomia produtiva e comercial; ▪ Fortalecimento da identidade camponesa e diminuição do êxodo rural; ▪ Fortalecimento de redes territoriais e organizações comunitárias; ▪ Ampliação do capital social, da cooperação e autogestão entre famílias e coletivos; ▪ Construção de novas formas de gestão dos bens comuns. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descontinuidade de políticas públicas de fomento; ▪ Restrição ao acesso a mercados e canais institucionais de comercialização; ▪ Fragilidade dos instrumentos de financiamento solidário; ▪ Invisibilidade das epistemologias do campo nos programas técnicos convencionais ▪ Resistência à adoção de práticas alternativas diante de heranças produtivistas ▪ Desmobilização causada pela ausência de apoio continuado; ▪ Ausência de mecanismos de avaliação, monitoramento e replicabilidade das experiências.
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recuperação de nascentes e solos; ▪ Reuso de água; ▪ Conscientização e redução do uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos; ▪ Aumento da biodiversidade funcional. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carência de infraestrutura hídrica adequada; ▪ Fragilidade e descontinuidade de infraestrutura para manejo hídrico e conservação do solo.

Fonte: Autoria própria (2025)

Conforme apresentado, a TS alinhada à convivência com o semiárido, não representa um meio, mas um processo catalisador de potencialidades. Todavia, os entraves que as atravessam não se restringem à ausência de políticas públicas continuadas ou à limitação de infraestrutura; envolvem também processos mais sutis de esvaziamento conceitual e despolitização. Em diversos casos, a apropriação institucional do termo “Tecnologia Social” tem dado origem a projetos de viés tecnocrático, formulados sem escuta qualificada das comunidades e fundamentados em lógicas de replicação mecânica. Experiências como essas, ao reduzirem a tecnologia social a meras soluções de baixo custo para populações pobres, esvaziam sua potência transformadora, obscurecem sua natureza processual e participativa, e a convertem em instrumento funcional à gestão da escassez, mais do que à emancipação dos sujeitos.

3.2.2 Saneamento rural

O saneamento básico é um componente essencial das políticas públicas de promoção da saúde, do bem-estar social e da dignidade humana. De acordo com o Instituto Trata Brasil (2012), saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população, a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica. No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal e regulamentado pela Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, que institui o Marco Legal do Saneamento. Essa legislação define o saneamento como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, limpeza urbana e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

As ações de infraestrutura que constituem o saneamento, quando realizadas adequadamente, influenciam positivamente o bem-estar e a saúde das populações favorecidas, tornando o saneamento ambiental condição necessária à vida contemporânea, além de um direito fundamental dos cidadãos da sociedade atual (Brasil, 2004). Além da promoção da preservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico, se delineando, também, como um fator estratégico para o progresso das comunidades.

Contudo, no que se refere ao semiárido nordestino, ainda persiste um grande desafio: a garantia do acesso universal e igualitário aos serviços de saneamento. Características da região, as condições climáticas particulares implicam na falta de água e na irregularidade das precipitações, agindo em conjunto com fatores socioeconômicos, que por sua vez, restringem a eficácia de políticas públicas universais. Da mesma maneira, a dispersão geográfica das comunidades rurais e a falta de infraestrutura básica contribuem para tornar o saneamento no meio rural uma questão complexa, que requer atenção particular do poder público e dos formuladores de políticas.

Nesse sentido, o saneamento rural demanda uma abordagem que vá além da reprodução de modelos urbanos. É crucial considerar as particularidades culturais, geográficas e ambientais relacionadas a esses grupos, de modo a assegurar o direito ao saneamento como componente de uma política integrada de saúde, inclusão social e sustentabilidade.

Por meio da revisão sistemática, revelou-se que, no campo do saneamento rural, as tecnologias sociais mais recorrentes tendem a se concentrar em torno de duas grandes vertentes.

A primeira diz respeito àquelas voltadas para o **tratamento e gestão de água e efluentes domésticos**, como por meio do emprego de biodigestores e sistemas de reaproveitamento de resíduos. O segundo está relacionado às tecnologias de **captação e armazenamento das águas pluviais**, com destaque para as cisternas e outros dispositivos que garantem o abastecimento hídrico em períodos de estiagem, favorecendo o uso doméstico e produtivo da água. Ambas desempenham um papel essencial na promoção do acesso a direitos básicos e na consolidação da convivência com o semiárido, visto que são bastante adaptativas às especificidades do território e às condições socioeconômicas das populações, contribuindo diretamente para o enfrentamento das desigualdades estruturais no campo, ampliando a autonomia das comunidades e garantindo melhorias concretas nas condições de vida.

Sobre o tratamento de água e esgoto, essas tecnologias, como biodigestores, fossas sépticas e dessalinizadores, buscam oferecer alternativas viáveis aos modelos tradicionais de saneamento básico, os quais, muitas vezes, não contemplam as áreas rurais. Dessa forma, ao viabilizarem o tratamento local de água para abastecimento e dos efluentes, também geram, em sua maioria, benefícios adicionais, como a produção de biogás e a utilização de biofertilizantes, impactando diretamente na redução de impactos ambientais e no reaproveitamento desses resíduos.

Já no que diz respeito às tecnologias voltadas ao armazenamento de água de chuva, principalmente as cisternas e o barreiros, sua utilização está na ideia de permitir a coleta de água pluvial para consumo humano, produção de alimentos e uso doméstico, sobretudo em períodos de estiagem prolongada. Essas soluções geram consequência direta na qualidade de vida das comunidades, reduzindo o tempo na busca por água e garantindo segurança hídrica em regiões com pouca, ou quase nenhuma, disponibilidade.

Nessa perspectiva, analisando as práticas mais frequentes no que se refere às tecnologias sociais voltadas para o eixo de saneamento rural, se faz pertinente destacar as principais potencialidades para o uso dessas tecnologias, mas também entraves para a sua aplicação, tendo em mente uma ótica de aplicabilidade da tecnologia e sua possível difusão como solução responsável. Assim, as observações realizadas foram esquematizadas no quadro a seguir (Quadro 2).

Quadro 2: Impactos e entraves identificados

Dimensão	Impactos observados	Entraves
Socioeconômica	<ul style="list-style-type: none"> Melhoria da saúde pública e da qualidade de vida; Segurança hídrica em períodos de estiagem; Estímulo à produção de alimentos e à autonomia familiar; Fortalecimento das práticas comunitárias; Redução de doenças ligadas à falta de saneamento; Valorização da prática comunitária. 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção técnica complexa em apoio contínuo; Conhecimento técnico concentrado nas mãos de instituições externas; Descontinuidade no uso das tecnologias; Falta de formação comunitária para operação e gestão; Escassez de recursos financeiros.
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Redução da contaminação do solo e da água; Geração de biogás e fertilizantes orgânicos; Reaproveitamento de resíduos domésticos; Alternativas sustentáveis frente à ausência de sistemas convencionais. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementações pontuais, sem articulação com políticas públicas estruturantes; Escassez de recursos para manutenção contínua; Falhas estruturais em períodos de vulnerabilidade ambiental.

Fonte: autoria própria (2025)

Em síntese, as tecnologias sociais aplicadas como solução de viabilização do saneamento rural em comunidades do semiárido têm promovido melhoria nas condições de vida das comunidades, sobretudo no que diz respeito à saúde, segurança hídrica e autonomia produtiva. Todavia, sua efetividade ainda “esbarra” em limitações, com ênfase na descontinuidade no uso das tecnologias, como no caso dos biodigestores que, atualmente, já estão sendo empregados em certa escala, e por conseguinte, caindo em desuso, a dependência de agente externos e a falta de articulação com políticas públicas.

3.2.3 Outras expressões

Para além dos eixos majoritários voltados trabalhados acima, a revisão sistemática revelou um conjunto significativo, ainda que numericamente menos recorrente, de tecnologias sociais que operam em registros simbólicos, econômicos e formativos, conectados à permanência cultural, à economia solidária e à afirmação territorial de grupos historicamente marginalizados. Reunidas nesta seção sob a categoria “outras expressões”, essas experiências demonstram que a tecnologia social, enquanto prática situada e historicamente informada, pode

também ser entendida como instrumento de reinvenção do cotidiano e de rearticulação da vida comunitária em múltiplas frentes.

Um primeiro conjunto de experiências diz respeito às **tecnologias financeiras** voltadas à microfinanças, como o Agroamigo, desenvolvido pelo Banco do Nordeste do Brasil. Trata-se de uma tecnologia social metodológica, que busca conjugar acesso ao crédito com orientação técnica, viabilizando microfinanças adaptadas à realidade dos agricultores do semiárido (Costa, Moreno, Feitosa, 2023). Seus resultados, apesar expressivos, revelam ambivalências: ao mesmo tempo em que amplia o acesso ao crédito rural, consolida modelos padronizados de atendimento, reduzindo a diversidade de arranjos locais e promovendo uma lógica de operacionalização excessivamente mecanizada, marcada por limitações nos valores concedidos e pela escassa articulação com políticas públicas complementares.

No campo da economia solidária, destacam-se os bancos e moedas comunitárias como dispositivos que reterritorializam o uso da moeda, promovendo circuitos econômicos internos às comunidades e valorizando suas redes de confiança. Estas experiências, embora ainda marginais no número de estudos analisados, reafirmam que outras economias acontecem, não apenas de subsistência, mas de resistência, onde o valor não se mede apenas em capital financeiro, mas em laços sociais, reciprocidade e pertencimento.

Outras experiências se alinham à **dimensão identitária, ancestral e pedagógica** da tecnologia social, particularmente no contexto de comunidades quilombolas e de povos tradicionais. Iniciativas como o método ALODÊ demonstram o uso da tecnologia social como instrumento de reconstrução formativa a partir dos saberes afrodiaspóricos, mobilizando conhecimentos ancestrais no fortalecimento da educação popular, da memória coletiva e da identidade étnica (Barboza, 2025). Esse tipo de tecnologia não se ancora em dispositivos materiais, mas em processos simbólicos e rituais, que fazem do saber tradicional uma prática viva de resistência e organização comunitária.

Finalmente, é importante destacar que tais expressões, mesmo quando localizadas e pontuais, iluminam dimensões fundamentais do conceito de TS. Ao articularem a permanência territorial, o fortalecimento cultural e a autonomia econômica, estas experiências contribuem para ampliar o repertório político-pedagógico da convivência com o semiárido, afirmando que a inovação pode (e deve!) brotar do chão, da memória e da luta. Assim, o Quadro 3 apresenta alguns pontos retirados dos artigos em fito de maneira resumida.

Quadro 3: Impactos e entraves identificados.

Impactos observados	Entraves identificados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fortalecimento da economia solidária por meio de moedas e bancos comunitários; ▪ Ampliação do acesso ao crédito rural adaptado à realidade da agricultura familiar; ▪ Valorização dos saberes ancestrais e das identidades étnico-culturais; ▪ Geração de renda com base em recursos e conhecimentos locais; ▪ Promoção da educação emancipatória com base em metodologias próprias e territorializadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baixa institucionalização e sustentabilidade financeira das iniciativas; ▪ Padronização excessiva e pouca flexibilidade metodológica nos modelos de microfinança; ▪ Fragilidade das políticas públicas de apoio à cultura, à educação popular e a Economia Solidária; ▪ Dificuldade de articulação entre diferentes políticas públicas (educação, cultura, desenvolvimento, saúde).

Fonte: Autoria própria (2025)

4. Considerações Finais ou Conclusão

As reflexões desenvolvidas ao longo deste artigo apontam a importância estratégica das tecnologias sociais como forma de construção da convivência com o semiárido brasileiro. A revisão sistemática da literatura permitiu identificar diversas ações voltadas ao fortalecimento da agricultura familiar, da agroecologia e do saneamento rural, calcadas em princípios como envolvimento comunitário, utilização eficiente e sustentável de recursos e valorização dos conhecimentos tradicionais.

As tecnologias sociais promovem acesso à água, segurança alimentar e melhoria das condições de vida, com impactos concretos em contextos historicamente marcados por desigualdades. Entretanto, não devem ser vistas como soluções milagrosas ou substitutas das políticas públicas estruturantes. Os entraves identificados na literatura expõem uma série de limitações que comprometem a efetividade das práticas populares. Dentre elas, destacam-se a fragilidade no financiamento contínuo, a descontinuidade, a centralização do conhecimento “nas mãos” de terceiros e a pouca articulação entre poder público, universidades e comunidades.

Frequentemente, as TS são aplicadas de forma pontual, sem integração com planos de desenvolvimento regional, o que limita a sua efetividade. Soma-se a isso a obsolescência de certas tecnologias e a descontinuidade de seu uso em algumas comunidades. Em muitos casos, o saber técnico e metodológico permanece concentrado em instituições de ensino, organizações não governamentais ou agentes externos que lideram as iniciativas, alocando as comunidades como coadjuvantes dos processos, enfraquecendo, assim, sua autonomia.

Essa dinâmica, em contravia de empoderar os sujeitos do território, frequentemente contribui para a perpetuação de relações verticalizadas e reproduz lógicas que distanciam a prática da proposta original de coparticipação, horizontalidade e construção coletiva do conhecimento. Portanto, existem cenários em que, mesmo trazendo o termo “tecnologia social”, o protagonismo comunitário é esvaziado, e o processo passa a refletir mais uma intervenção externa do que uma ação enraizada no território.

Nesse contexto, como pontuado ao longo da discussão dos resultados, a economia solidária se firma complementarmente à muitos processos de desenvolvimento da TS, como expressão de práticas econômicas contra hegemônicas. A relação pontuada fomenta a geração de renda e configura uma reordenação dos sentidos do trabalho e da produção, fundamentada na cooperação, na autogestão e na valorização dos bens comuns, conforme discute Gaiger (2007). Os arranjos observados através de moedas sociais, bancos comunitários, agroindústrias familiares e circuitos curtos de comercialização, expressam um fazer econômico alternativo, que não dissocia o valor social do valor econômico, tensionando as formas hegemônicas de desenvolvimento e inserção produtiva. Ao articular-se com as tecnologias sociais, a economia solidária incide como catalisadora da emancipação social e do fortalecimento comunitário, pois transforma os sujeitos de receptores de políticas públicas em agentes ativos da construção de novos modelos de produção e reprodução da vida. Assim, sua presença recorrente entre as experiências mapeadas nesta revisão sistemática reafirma fala alto sobre como o Sertão se reinventa como território de resistência, onde o fazer coletivo, tecido com os fios da memória, da dignidade e da esperança, desenha rotas próprias de desenvolvimento, germinadas no chão semiárido, mas fértil em utopias concretas.

Dessarte, mais do que exaltar as tecnologias sociais como “salvadoras”, é crucial entendê-las como componentes de um ecossistema mais abrangente, que requer o apoio do Estado, a colaboração das universidades, a valorização e o protagonismo das comunidades. Posto isso, espera-se que esse estudo contribua com a compreensão crítica do tema e estimule debates sobre suas contradições, potencialidades e limites, estimulando práticas enraizadas nas realidades do semiárido.

5. Referências Bibliográficas

ABRAMOVAY, R.. **Agricultura familiar e desenvolvimento territorial: lições da experiência brasileira**. São Paulo: Editora UNESP, 1997.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2009.

BARBOZA, J. da H.. **Alodê: metodologia fundamentada na ancestralidade afrodiáspórica para resgate e difusão de saberes das comunidades tradicionais**. 2020. 160 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Gestão Social) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/31838>. Acesso em: 26 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm. Acesso em: 12 junho 2025.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera as Leis nº 9.984/2000 e nº 11.445/2007, entre outras providências**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm. Acesso em: 12 junho 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política nacional de saneamento básico: diretrizes para o setor de saneamento ambiental**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_saneamento.pdf. Acesso em: 12 junho 2025

COSTA, J. E.; MORENO, L. M. C.; FEITOZA, D. S. Economia política das microfinanças rurais: a metodologia do Agroamigo como tecnologia social voltada ao agricultor familiar no Nordeste. **Revista Brasileira de Tecnologias Sociais**, Itajaí, v. 10, n. 2, p. 1–13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14210/rbts.v10n2.p1-13>.

FERREIRA LIMA, A. E.; SILVA, D. R. da; SAMPAIO, J. L. F.. As tecnologias sociais como estratégia de convivência com a escassez de água no semiárido cearense. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, [S. l.], v. 5, n. 3, 2011. DOI: 10.21439/conexões.v5i3.402. Disponível em: <https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/402>. Acesso em: 28 jun. 2025.

GAIGER, Luiz Inácio. A economia solidária e a revitalização do paradigma cooperativo. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 211–228, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-69092013000200013>.

GIL, A. C.. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2022: panorama**. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 junho 2025.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO - INSA. **Semiárido Brasileiro**. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiario-brasileiro>. Acesso em: 12 junho 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saneamento básico no Brasil**. São Paulo: ITB, 2016a. Disponível em: <https://www.tratabrasil.org.br>. Acesso em: 12 junho 2025.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O.. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 237–248, jul. 1993. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X1993000300002>.

PAGE, M. J. et al . A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 31, n. 2, e2022107, 2022. Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742022000201700&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 11 jun. 2025. Epub 13-Jul-2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-49742022000200033>.

RESENDE, R. G.; FERREIRA, S.; FERNANDES, L. F. R.. O saneamento rural no contexto brasileiro. **Revista Agrogeambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 129–150, jan./mar. 2018.

SABOURIN, E.; GRISA, C.; NIEDERLE, P. A.. A difusão da agroecologia: entre movimentos sociais e instituições públicas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 52, n. 1, p. 27–46, jan./mar. 2014.

SANTOS, R. F. dos. **Rupturas e continuidades do sistema de Produção Agroecológica Integrado e Sustentável-PAIS em Macaíba, RN**. 2014. 95f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SILVA, R. M. A. da. **Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2010. (Série BNB Teses e Dissertações, n.12).

SOUZA, A. C. A. A; POZZEBON, M. Práticas e mecanismos de uma tecnologia social: proposição de um modelo a partir de uma experiência no semiárido. **Organizações e Sociedade**, Salvador - BA: v. 27, n. 93, p. 231 - 254, 2020.