

DOI: <https://doi.org/10.36470/famen.2026.r7a14>

Recebido em: 07/05/2026

Aceito em: 02/06/2026

**RESILIÊNCIA ALIMENTAR NO SEMIÁRIDO: ESCOLA RURAL, TECNOLOGIAS
SOCIAIS E ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA NA CAATINGA**

**FOOD RESILIENCE IN THE SEMIARID REGION: RURAL SCHOOLS, SOCIAL
TECHNOLOGIES, AND CLIMATE ADAPTATION IN THE CAATINGA**

Edmo Henrique Martins Cavalcante

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0509-4475>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8897202884963325>

Doutor em Biotecnologia

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: edmo.cavalcante@ufrpe.br

Pedro Paulo da Cunha

Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-8010-0862>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1225409965908965>

Mestrando em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

E-mail: pedro.paulo@discente.univasf.edu.br

Francimaria Batista Miranda

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5893-6977>

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4971031710869462>

Especialista Especialização em Gestão de Emergências e Desastre

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

E-mail: francimariabatista2@gmail.com

Lucimara Silva Torres Santos

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-9431-7171>

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/1099219388050816>

Mestranda em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

E-mail: isaac.torres@terra.com

RESUMO

A intensificação das mudanças climáticas tem ampliado a vulnerabilidade alimentar das populações rurais do semiárido brasileiro, especialmente em territórios marcados por

insegurança hídrica, fragilidade produtiva e desigualdades socioambientais históricas. Nesse contexto, a escola rural emerge como espaço estratégico de articulação entre alimentação escolar, agricultura familiar, tecnologias sociais e adaptação territorial. O presente estudo teve como objetivo analisar criticamente como a produção científica caracteriza a escola rural enquanto núcleo de segurança alimentar e vetor de tecnologias sociais frente à vulnerabilidade climática da Caatinga. Trata-se de uma revisão integrativa de abordagem qualitativa, realizada entre outubro de 2025 e abril de 2026, a partir de buscas nas bases Web of Science, Scopus, PubMed, SciELO, LILACS e Portal CAPES. Inicialmente, foram identificadas 1.125 referências, das quais resultou um corpus final fechado composto por 29 trabalhos selecionados após procedimentos de triagem, elegibilidade e análise crítica. Os resultados evidenciaram que a escola rural ultrapassa sua função pedagógica convencional e passa a operar como infraestrutura sociotécnica de resiliência territorial, articulando segurança alimentar, circulação de conhecimentos ecológicos, tecnologias sociais e fortalecimento comunitário. A discussão demonstrou que políticas alimentares fragmentadas apresentam capacidade limitada diante da complexidade territorial da Caatinga, exigindo integração entre segurança hídrica, agroecologia, educação contextualizada e adaptação climática. Conclui-se que a escola rural constitui elemento estratégico para construção da soberania alimentar e da resiliência climática no semiárido brasileiro.

Palavras-chave: Agroecologia; convivência climática; Educação do campo; segurança hídrica; soberania alimentar.

ABSTRACT

The intensification of climate change has increased food vulnerability among rural populations in the Brazilian semiarid region, particularly in territories marked by water insecurity, productive fragility, and historical socioenvironmental inequalities. In this context, rural schools emerge as strategic spaces connecting school feeding, family farming, social technologies, and territorial adaptation. This study aimed to critically analyze how scientific literature characterizes rural schools as centers of food security and vectors for social technologies in the face of climate vulnerability in the Caatinga biome. This is an integrative literature review with a qualitative approach, conducted between October 2025 and April 2026 through searches in the Web of Science, Scopus, PubMed, SciELO, LILACS, and CAPES databases. Initially, 1,125 references were identified, resulting in a final closed corpus of 29 studies selected after screening, eligibility procedures, and critical analysis. The findings revealed that rural schools go beyond their conventional pedagogical role and operate as sociotechnical infrastructures of territorial resilience, articulating food security, circulation of ecological knowledge, social technologies, and community strengthening. The discussion demonstrated that fragmented food policies have limited capacity to address the territorial complexity of the Caatinga, requiring integration between water security, agroecology, contextualized education, and climate adaptation. The study concludes that rural schools constitute a strategic element for strengthening food sovereignty and climate resilience in the Brazilian semiarid region.

Keywords: Agroecology; climate coexistence; rural Education; water security; food sovereignty.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas tem ampliado a exposição de populações rurais a cenários persistentes de insegurança hídrica, instabilidade produtiva e precarização alimentar, especialmente em regiões semiáridas historicamente marcadas por desigualdades estruturais. No bioma Caatinga, tais processos assumem contornos particularmente complexos, uma vez que a vulnerabilidade ambiental se articula a déficits históricos de infraestrutura, concentração fundiária e baixa capilaridade de políticas públicas adaptativas. A problemática da seca, nesse contexto, não pode ser compreendida exclusivamente como evento climático, pois sua persistência revela mecanismos territoriais de exclusão social e produção política da vulnerabilidade (Malvezzi, 2007; Pereira *et al.*, 2020).

O agravamento das crises alimentares em territórios rurais do semiárido brasileiro também evidencia a fragilidade dos sistemas locais de abastecimento e a dependência de estruturas econômicas pouco resilientes às oscilações climáticas. Estudos recentes indicam que a insegurança alimentar permanece associada à renda insuficiente, à limitação do acesso à água e à instabilidade dos meios produtivos familiares, afetando diretamente a capacidade de reprodução social das comunidades rurais (Lima *et al.*, 2025).

Sob essa perspectiva, o debate contemporâneo sobre segurança alimentar ultrapassa a dimensão quantitativa do acesso aos alimentos e passa a incorporar questões relacionadas à autonomia territorial, sustentabilidade produtiva e adaptação climática, conforme discutido pelo High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (HLPE, 2012).

Nesse cenário, a escola rural emerge como instituição estratégica dentro das dinâmicas de proteção social e organização territorial. Embora frequentemente reduzida à função operacional de distribuição da alimentação escolar, sua presença nas comunidades do semiárido possui potencial sociopolítico muito mais abrangente. O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), por exemplo, consolidou importantes mecanismos de aproximação entre agricultura familiar e abastecimento institucional, favorecendo circuitos locais de produção e consumo (Belik; Chaim, 2009). Ainda assim, parcela significativa da literatura continua

tratando a alimentação escolar sob uma ótica predominantemente assistencial, limitada à cobertura nutricional dos estudantes, sem aprofundar sua capacidade de produzir autonomia comunitária e fortalecimento territorial (Triches; Schneider, 2010).

A discussão internacional sobre sistemas alimentares escolares tem apontado que programas de alimentação articulados às economias locais podem contribuir para o fortalecimento da soberania alimentar e para a construção de estratégias territoriais de resiliência climática (FAO, 2019).

No semiárido brasileiro, essa perspectiva adquire relevância singular diante da expansão das tecnologias sociais de convivência com a seca, especialmente cisternas, quintais produtivos e práticas agroecológicas voltadas à sustentabilidade hídrica e alimentar. Tais experiências deslocam o enfoque tradicional da “combate à seca” para uma lógica de convivência adaptativa, baseada na valorização dos saberes locais e no uso socialmente apropriado dos recursos naturais (Duque, 2008).

A consolidação das tecnologias sociais no Nordeste semiárido também tem demonstrado que estratégias comunitárias de armazenamento hídrico e produção agroecológica podem ampliar a autonomia das populações rurais diante das instabilidades climáticas. As experiências analisadas por Almeida, Moura e Farias (2017) revelam que a gestão descentralizada da água produz impactos que extrapolam a dimensão técnica, alcançando processos de desenvolvimento territorial e fortalecimento comunitário. Em paralelo, a agroecologia latino-americana vem sendo concebida como instrumento político de emancipação camponesa e soberania alimentar, articulando conservação ambiental, resistência territorial e democratização dos sistemas alimentares (Altieri; Toledo, 2011).

Apesar do avanço dessas discussões, ainda são escassos os estudos que investigam de maneira integrada a escola rural enquanto núcleo articulador de segurança alimentar, difusão de tecnologias sociais e adaptação climática no contexto da Caatinga. Observa-se, em grande parte da produção científica, uma fragmentação analítica entre educação do campo, políticas alimentares, gestão hídrica e agroecologia, dificultando a compreensão sistêmica das funções territoriais desempenhadas pela escola no semiárido brasileiro.

Diante dessa lacuna, o presente estudo tem como objetivo analisar criticamente como a produção científica caracteriza a escola rural enquanto núcleo de segurança alimentar e vetor

de tecnologias sociais frente à vulnerabilidade climática da Caatinga. Parte-se da hipótese de que a escola rural ultrapassa sua função pedagógica convencional e passa a operar como infraestrutura sociotécnica de resiliência territorial, articulando alimentação, água, conhecimento ecológico e fortalecimento comunitário em contextos de elevada vulnerabilidade socioambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO E A CRÍTICA AO PARADIGMA DA SECA

A compreensão histórica do semiárido brasileiro foi durante décadas atravessada por interpretações deterministas que associavam a seca à inevitabilidade da pobreza regional. Esse enquadramento consolidou uma leitura ambiental fatalista da Caatinga, frequentemente utilizada para legitimar políticas emergenciais, práticas clientelistas e estratégias descontínuas de intervenção estatal. A seca passou, portanto, a operar não apenas como fenômeno climático, mas como categoria política de gestão da escassez e da dependência social. Em grande medida, a historicidade da chamada “indústria da seca” produziu uma racionalidade institucional baseada na centralização do controle hídrico e na manutenção de estruturas de vulnerabilidade territorial.

A crítica a esse paradigma ganha densidade a partir das formulações sobre convivência com o semiárido, que deslocam a análise da lógica do combate à seca para a adaptação territorial contextualizada. Malvezzi (2007) argumenta que o semiárido não constitui um espaço inviável, mas um território historicamente interpretado sob lentes equivocadas, marcadas pela desconsideração de seus potenciais ecológicos e socioculturais. Nessa direção, o autor afirma que “o Semiárido brasileiro é viável” (Malvezzi, 2007, p. 11), desde que suas dinâmicas ambientais sejam compreendidas em diálogo com estratégias sustentáveis de convivência e uso racional dos recursos naturais.

Essa inflexão teórica rompe com a noção de escassez absoluta e passa a reconhecer a centralidade do conhecimento territorial das populações rurais. A convivência com o semiárido emerge, assim, como paradigma político, ecológico e sociotécnico orientado à construção de

autonomia comunitária.

Segundo Duque (2008), a política de cisternas no Nordeste brasileiro representou uma ruptura importante com modelos verticalizados de gestão hídrica, ao fortalecer mecanismos locais de captação e armazenamento da água. A autora destaca que a convivência “implica uma mudança de olhar sobre a região” (Duque, 2008, p. 135), deslocando a seca da condição de tragédia permanente para a condição de fenômeno ambiental passível de adaptação social.

No campo das tecnologias sociais, as experiências de gestão descentralizada da água passaram a desempenhar papel estratégico na reorganização territorial do semiárido. Almeida, Moura e Farias (2017) demonstram que as cisternas de produção transcendem a dimensão técnica do armazenamento hídrico, tornando-se instrumentos de fortalecimento comunitário e segurança alimentar. O acesso à água, nesse contexto, deixa de ser interpretado apenas como variável infraestrutural e passa a constituir elemento estruturante da reprodução social rural.

A literatura recente sobre adaptação climática no semiárido brasileiro também evidencia que a vulnerabilidade não decorre exclusivamente das condições ambientais, mas da limitada integração entre políticas públicas, governança territorial e sustentabilidade hídrica. Milhorange *et al.* (2020) observam que os mecanismos de adaptação climática permanecem fragmentados e frequentemente incapazes de articular segurança alimentar, gestão da água e fortalecimento das economias locais. Tal cenário revela uma contradição persistente: embora o semiárido tenha acumulado experiências relevantes de convivência adaptativa, parte das políticas institucionais continua operando sob lógicas setoriais e emergenciais.

A persistência dessa fragmentação reforça a necessidade de compreender o semiárido como construção política marcada por disputas territoriais, desigualdades históricas e assimetrias no acesso aos recursos naturais. A seca, nesse sentido, não pode ser tratada como variável isolada da questão social. Sua materialização sobre os territórios rurais ocorre por meio de processos seletivos de vulnerabilização, nos quais determinados grupos permanecem sistematicamente mais expostos à insegurança hídrica, alimentar e produtiva.

2.2 SEGURANÇA ALIMENTAR, SOBERANIA ALIMENTAR E AGROECOLOGIA

O debate sobre segurança alimentar adquiriu crescente relevância internacional diante

da intensificação das mudanças climáticas, da volatilidade dos sistemas agroalimentares e do aumento das desigualdades no acesso aos alimentos. Entretanto, a consolidação desse conceito ocorreu de forma marcada por disputas epistemológicas e políticas acerca do significado do direito à alimentação. Durante longo período, prevaleceu uma interpretação centrada na disponibilidade quantitativa de alimentos, frequentemente desvinculada das condições sociais de produção, distribuição e acesso.

No contexto latino-americano, a noção de segurança alimentar passou gradativamente a incorporar dimensões relacionadas à dignidade humana, sustentabilidade ambiental e autonomia dos territórios rurais. Maluf (2007) ressalta que a segurança alimentar não pode ser reduzida ao simples suprimento calórico, uma vez que envolve acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em bases socialmente justas e culturalmente adequadas. Essa formulação amplia o debate para além da nutrição e insere a alimentação no campo dos direitos sociais e das disputas territoriais.

As discussões promovidas pelo High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition reforçam essa perspectiva ao reconhecerem que a crise alimentar global está diretamente associada às mudanças climáticas e à vulnerabilidade dos sistemas produtivos locais (HLPE, 2012). Em regiões semiáridas, a insegurança alimentar não decorre apenas da limitação hídrica, mas da fragilidade estrutural das políticas de adaptação, da dependência de mercados externos e da baixa resiliência dos sistemas agrícolas convencionais.

Nesse cenário, o conceito de soberania alimentar emerge como crítica à mercantilização da alimentação e à concentração corporativa dos sistemas agroalimentares. Diferentemente da segurança alimentar convencional, a soberania alimentar reivindica o direito dos povos de definirem seus próprios sistemas produtivos, práticas agrícolas e formas de organização territorial. A centralidade desloca-se da disponibilidade de alimentos para a autonomia política e ecológica dos territórios.

A agroecologia assume papel estratégico dentro dessa perspectiva por articular sustentabilidade ambiental, resistência camponesa e democratização dos sistemas alimentares. Altieri e Toledo (2011) sustentam que a revolução agroecológica latino-americana constitui uma resposta sociopolítica aos impactos do agronegócio industrial, promovendo simultaneamente conservação ambiental e fortalecimento da agricultura camponesa. Os autores

afirmam que a agroecologia “resgata a natureza” e fortalece a soberania alimentar dos povos rurais (Altieri; Toledo, 2011, p. 587).

A dimensão emancipatória da agroecologia torna-se ainda mais evidente em territórios vulneráveis às mudanças climáticas. Experiências de produção agroecológica no semiárido brasileiro têm demonstrado capacidade significativa de adaptação hídrica, diversificação produtiva e fortalecimento das economias locais. Brandão, Santos e Rist (2020b) destacam que políticas públicas articuladas à agricultura familiar contribuíram para ampliar a participação social das mulheres rurais e fortalecer dinâmicas territoriais de segurança alimentar.

Sob outra perspectiva, Brandão, Santos e Rist (2020c) observam que agricultores familiares do semiárido percebem as políticas alimentares como instrumentos potencialmente capazes de reduzir vulnerabilidades históricas, sobretudo quando articuladas à produção local e à valorização dos circuitos territoriais. Ainda assim, os autores indicam que persistem limitações institucionais relacionadas à descontinuidade das políticas públicas, à insuficiência de assistência técnica e às assimetrias de mercado.

A agroecologia, portanto, não se restringe a um conjunto de práticas agrícolas sustentáveis. Trata-se de um campo político de disputa sobre modelos de desenvolvimento, territorialidade e soberania. No semiárido brasileiro, sua relevância decorre justamente da capacidade de integrar produção alimentar, adaptação climática e fortalecimento comunitário em contextos historicamente atravessados pela escassez hídrica.

2.3 EDUCAÇÃO DO CAMPO E ESCOLA RURAL COMO INFRAESTRUTURA TERRITORIAL

A consolidação da Educação do Campo no Brasil representou importante ruptura com modelos pedagógicos historicamente subordinados às racionalidades urbanocêntricas. Durante décadas, a escola rural foi concebida como instituição periférica, marcada pela precarização estrutural, pela descontextualização curricular e pela negação dos saberes territoriais das populações camponesas. Esse processo contribuiu para reforçar mecanismos de exclusão simbólica e desvalorização das identidades rurais.

A crítica a essa lógica ganha centralidade nas formulações de Caldart (2012), para quem

a Educação do Campo constitui um projeto político-pedagógico vinculado às lutas sociais do campesinato brasileiro. Mais do que garantir acesso formal à escolarização, trata-se de construir processos educativos comprometidos com a realidade dos sujeitos do campo, suas formas de trabalho, territorialidade e modos de vida. Nesse sentido, a escola deixa de ser apenas espaço de transmissão de conteúdos e passa a operar como território de reprodução social, cultural e ecológica.

A noção de territorialidade pedagógica amplia essa compreensão ao reconhecer que os processos educativos estão profundamente vinculados às dinâmicas ambientais e produtivas dos territórios rurais. Em regiões semiáridas, tal perspectiva assume relevância ainda maior, uma vez que a convivência com a variabilidade climática exige formas contextualizadas de aprendizagem, circulação de saberes e construção de estratégias adaptativas.

O debate internacional sobre alimentação escolar também tem enfatizado o potencial das escolas como espaços de fortalecimento comunitário e sustentabilidade territorial. A FAO (2019) destaca que programas alimentares articulados aos sistemas locais de produção podem contribuir simultaneamente para segurança alimentar, dinamização econômica e educação nutricional. Essa abordagem desloca a alimentação escolar da condição de política compensatória para a condição de instrumento estruturante de desenvolvimento territorial.

No semiárido brasileiro, a integração entre escolas rurais e agricultura familiar tem produzido experiências capazes de fortalecer economias locais e ampliar circuitos alimentares territorializados. Martinez, Gomes e Marini (2023) identificam que políticas públicas direcionadas à compra institucional de alimentos da agricultura familiar fortaleceram vínculos entre produção rural e alimentação escolar no estado da Paraíba. Os autores ressaltam que essa articulação favorece não apenas o abastecimento das escolas, mas também a permanência econômica das famílias agricultoras nos territórios rurais.

Mesmo diante desses avanços, persistem desafios relacionados à fragmentação das políticas educacionais, à insuficiente valorização dos conhecimentos tradicionais e à permanência de currículos pouco sensíveis às especificidades ecológicas da Caatinga. Em muitos casos, a escola rural continua submetida a modelos pedagógicos homogêneos que ignoram as dinâmicas ambientais e produtivas do semiárido.

A compreensão da escola como infraestrutura territorial exige, portanto, superar

interpretações restritas à dimensão pedagógica formal. Sua atuação envolve circulação de conhecimentos, fortalecimento de redes comunitárias, dinamização alimentar e construção de capacidades adaptativas diante das vulnerabilidades climáticas. Tal perspectiva reposiciona a escola rural como agente estratégico dentro das disputas por soberania alimentar e sustentabilidade territorial no semiárido.

2.4 POLÍTICAS PÚBLICAS, AGRICULTURA FAMILIAR E ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

A alimentação escolar ocupa posição estratégica nas políticas públicas de segurança alimentar brasileiras, especialmente após a ampliação das diretrizes que passaram a integrar agricultura familiar e abastecimento institucional. A consolidação do Programa Nacional de Alimentação Escolar representou importante inflexão na relação entre políticas sociais e desenvolvimento territorial, ao introduzir mecanismos de aquisição de alimentos produzidos localmente.

Belik e Chaim (2009) observam que a gestão descentralizada do PNAE possibilitou maior participação municipal e fortalecimento do controle social sobre a política alimentar escolar. Contudo, os autores também alertam para desigualdades administrativas e limitações operacionais que comprometem a efetividade do programa em diversos territórios rurais. A descentralização, nesse contexto, não elimina automaticamente assimetrias históricas de infraestrutura, capacidade técnica e acesso aos mercados institucionais.

A articulação entre alimentação escolar e agricultura familiar também representa tentativa de reconectar produção e consumo em escala territorial. Triches e Schneider (2010) argumentam que o fornecimento de alimentos locais para as escolas produz efeitos que ultrapassam a dimensão nutricional, favorecendo circuitos curtos de comercialização e fortalecimento das economias rurais. Segundo os autores, trata-se de “reconectar o consumo à produção” (Triches; Schneider, 2010, p. 933), reduzindo a dependência de cadeias agroalimentares longas e concentradas.

Apesar desse potencial, a implementação do PNAE no semiárido brasileiro permanece atravessada por obstáculos estruturais relacionados à vulnerabilidade hídrica, à sazonalidade

produtiva e à limitada assistência técnica. Chaves *et al.* (2020) demonstram que a execução do programa em regiões semiáridas enfrenta dificuldades recorrentes para equilibrar oferta e demanda alimentar, sobretudo em contextos marcados por estiagens prolongadas e instabilidade produtiva.

Essas limitações revelam uma contradição importante das políticas alimentares brasileiras. Embora o discurso institucional enfatize sustentabilidade e fortalecimento territorial, grande parte dos programas continua operando sob lógicas burocráticas pouco integradas às dinâmicas ecológicas e produtivas do semiárido. Em diversas situações, a agricultura familiar permanece inserida de forma periférica nas cadeias institucionais de abastecimento, enfrentando barreiras relacionadas à logística, regularização sanitária e acesso ao crédito.

As experiências analisadas por Martinez, Gomes e Marini (2023) indicam, contudo, que a articulação entre escolas e agricultores familiares pode produzir impactos relevantes sobre segurança alimentar e permanência econômica das comunidades rurais. Quando associadas a políticas territoriais mais amplas, as compras institucionais favorecem a circulação local de renda e ampliam a capacidade adaptativa dos sistemas alimentares regionais.

A alimentação escolar, portanto, não deve ser interpretada apenas como mecanismo compensatório de combate à fome. Sua relevância política reside na possibilidade de estruturar mercados territoriais sustentáveis, fortalecer a agricultura familiar e ampliar processos locais de soberania alimentar. O desafio central consiste em transformar programas alimentares em instrumentos efetivos de reorganização territorial e resiliência socioecológica.

2.5 TECNOLOGIAS SOCIAIS, ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E RESILIÊNCIA ECOSISTÊMICA

O avanço das mudanças climáticas tem intensificado o debate sobre adaptação territorial em regiões vulneráveis à escassez hídrica e à degradação ambiental. No semiárido brasileiro, esse debate assume caráter particularmente urgente diante da combinação entre irregularidade pluviométrica, insegurança alimentar e fragilidade histórica das infraestruturas rurais. A adaptação climática, nesse contexto, não pode ser compreendida apenas como resposta técnica

às variabilidades ambientais, mas como processo político relacionado à distribuição desigual de recursos, capacidades adaptativas e acesso às políticas públicas.

As tecnologias sociais passaram a ocupar posição estratégica nesse cenário por articularem inovação técnica, participação comunitária e sustentabilidade territorial. Diferentemente de soluções tecnocráticas centralizadas, essas tecnologias baseiam-se na valorização dos conhecimentos locais e na construção coletiva de estratégias adaptativas. Sua relevância decorre justamente da capacidade de responder às especificidades ecológicas e socioculturais do semiárido.

De acordo com Nobre *et al.* (2019) as iniciativas voltadas à descentralização energética e à inovação tecnológica podem ampliar processos de inclusão econômica e adaptação climática no Nordeste semiárido. Ao analisarem experiências de smart grids solares, os autores evidenciam que soluções territorializadas tendem a produzir impactos mais sustentáveis sobre autonomia comunitária e resiliência produtiva.

A segurança hídrica constitui um dos elementos centrais dessa discussão. Pereira *et al.* (2020) observam que as oportunidades de adaptação no Brasil dependem fortemente da integração entre gestão da água, planejamento territorial e fortalecimento institucional. Em regiões semiáridas, a ausência dessa articulação amplia a exposição das populações rurais aos efeitos das secas prolongadas e da instabilidade produtiva.

As práticas agroecológicas também desempenham papel relevante na construção da resiliência ecossistêmica. O estudo de Quadro *et al.* (2025) demonstra que sistemas agroflorestais implantados em áreas degradadas do semiárido apresentam potencial significativo de recuperação ambiental e diversificação produtiva. A recomposição ecológica desses territórios contribui não apenas para conservação ambiental, mas também para fortalecimento da segurança alimentar local.

A diversidade produtiva observada em sistemas rurais do semiárido revela ainda a importância das estratégias adaptativas desenvolvidas pelas populações locais. Oliveira *et al.* (2022), ao analisarem sistemas de produção de caprinocultura leiteira, identificam múltiplas formas de organização produtiva ajustadas às limitações ambientais da região. Essas experiências demonstram que a resiliência territorial frequentemente emerge de conhecimentos acumulados historicamente pelas comunidades rurais.

Sob outra perspectiva, Santos *et al.* (2019) ressaltam o protagonismo das organizações comunitárias femininas na construção de práticas sustentáveis e redes locais de cooperação no semiárido brasileiro. As autoras evidenciam que as associações de mulheres rurais desempenham papel fundamental na circulação de conhecimentos agroecológicos, no fortalecimento da economia solidária e na manutenção das estratégias alimentares familiares.

A resiliência ecossistêmica do semiárido, portanto, não resulta exclusivamente da incorporação de tecnologias inovadoras, mas da capacidade de articulação entre conhecimento tradicional, organização comunitária e políticas públicas territorializadas. O desafio contemporâneo consiste em superar modelos de adaptação fragmentados e construir estratégias integradas capazes de conectar segurança hídrica, produção alimentar, sustentabilidade ecológica e justiça territorial.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 TIPO DE ESTUDO

Este estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa de literatura, de abordagem qualitativa, orientada à síntese crítica de evidências teóricas e empíricas sobre a escola rural como núcleo de segurança alimentar, difusão de tecnologias sociais e adaptação climática no semiárido brasileiro. A escolha pela revisão integrativa justifica-se por sua capacidade de reunir investigações com diferentes delineamentos metodológicos, permitindo a construção de uma interpretação ampliada, crítica e teoricamente situada sobre fenômenos complexos (Whittemore; Knafl, 2005; Mendes; Silveira; Galvão, 2008).

A revisão integrativa não foi tratada como procedimento meramente descritivo de agrupamento bibliográfico, mas como estratégia de produção de síntese interpretativa. Conforme Souza, Silva e Carvalho (2010), esse tipo de revisão possibilita incorporar resultados de pesquisas diversas, identificar lacunas do conhecimento e sustentar inferências orientadas à prática científica. No presente artigo, tal orientação foi mobilizada para compreender como a literatura articula, ou deixa de articular, educação rural, segurança alimentar, tecnologias sociais e vulnerabilidade climática.

A condução metodológica também dialogou com a perspectiva de Torracco (2005), para quem revisões integrativas robustas devem ultrapassar a simples organização temática da literatura e produzir novas compreensões conceituais sobre o campo investigado. Assim, a revisão foi orientada por uma intenção analítica e propositiva: identificar padrões, tensões, silenciamentos e possibilidades de formulação de um modelo interpretativo sobre a escola rural como infraestrutura sociotécnica de resiliência alimentar. Complementarmente, Botelho, Cunha e Macedo (2011) foram utilizados para estruturar as etapas operacionais da revisão, especialmente quanto à formulação da pergunta, definição dos critérios de busca, seleção dos estudos, extração dos dados e síntese crítica.

3.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA E BASES DE DADOS

A pesquisa bibliográfica foi realizada entre outubro de 2025 e abril de 2026, contemplando bases internacionais, regionais e multidisciplinares, com o objetivo de ampliar a sensibilidade da busca e reduzir vieses de indexação. Foram consultadas as seguintes bases: Web of Science, Scopus, PubMed/MEDLINE, SciELO, LILACS e Portal de Periódicos CAPES. A opção por esse conjunto de fontes buscou garantir amplitude temática, cobertura interdisciplinar e inclusão de estudos produzidos tanto no circuito internacional quanto no contexto latino-americano.

A estratégia de busca foi construída a partir da pergunta norteadora formulada pela estratégia PICO, considerando população/contexto, interesse e contexto de ocorrência. Os descritores foram organizados em quatro eixos: educação e escola rural; segurança alimentar e soberania alimentar; tecnologias sociais e sustentabilidade; semiárido, Caatinga e drylands. Foram utilizados operadores booleanos “AND” e “OR”, de modo a combinar termos amplos e específicos, em português, inglês e, quando pertinente, espanhol.

As combinações incluíram expressões como “Rural School”, “School Feeding”, “Rural Education”, “Food Security”, “Food Sovereignty”, “Right to Food”, “Social Technology”, “Appropriate Technology”, “Cisterns”, “Agroecology”, “Caatinga”, “Semi-arid” e “Drylands”. As strings foram adaptadas às especificidades de cada base, respeitando campos de busca, vocabulários controlados e possibilidades de refinamento por título, resumo e palavras-chave.

A estratégia de busca foi estruturada a partir de quatro eixos temáticos articulados ao problema central da pesquisa, permitindo integrar dimensões educacionais, alimentares, territoriais e climáticas dentro da lógica da revisão integrativa. A construção das combinações booleanas buscou ampliar a sensibilidade da busca sem comprometer a especificidade temática, contemplando descritores indexados em DeCS e MeSH, além de termos recorrentes na literatura internacional sobre semiárido, segurança alimentar e tecnologias sociais. As strings foram adaptadas às particularidades operacionais de cada base de dados, considerando diferenças nos mecanismos de indexação, refinamento e recuperação bibliográfica.

Tabela 1 — Estratégia de busca, descritores e combinações booleanas utilizadas nas bases de dados

Eixo temático	Descritores principais	Operadores booleanos e combinações	Bases de dados	Objetivo analítico
Educação e escola rural	“Rural School”; “School Feeding”; “Rural Education”	(“Rural School” OR “Rural Education”) AND (“School Feeding”)	Web of Science; Scopus; SciELO	Identificar estudos sobre escola rural, alimentação escolar e territorialidade pedagógica
Segurança alimentar e soberania alimentar	“Food Security”; “Food Sovereignty”; “Right to Food”	(“Food Security” OR “Food Sovereignty”) AND (“Right to Food”)	Scopus; PubMed; LILACS	Mapear estudos sobre insegurança alimentar, soberania alimentar e políticas alimentares
Tecnologias sociais e sustentabilidade	“Social Technology”; “Appropriate Technology”; “Cisterns”; “Agroecology”	(“Social Technology” OR “Cisterns”) AND (“Agroecology”)	Web of Science; SciELO; CAPES	Identificar experiências de convivência com o semiárido e adaptação territorial
Territorialidade climática	“Caatinga”; “Semi-arid”; “Drylands”	(“Caatinga” OR “Semi-arid” OR “Drylands”)	Scopus; PubMed; CAPES	Delimitar estudos relacionados à vulnerabilidade climática e semiárido
Integração temática	“Rural School” AND “Food Security” AND “Agroecology” AND “Semi-arid”	(“Rural School”) AND (“Food Security”) AND (“Agroecology”) AND (“Semi-arid”)	Todas as bases	Localizar estudos interdisciplinares articulando escola, alimentação e adaptação climática

Fonte: Próprios autores.

A estruturação dos descritores em eixos temáticos permitiu reduzir dispersões analíticas e ampliar a coerência epistemológica da revisão. A integração entre educação rural, segurança

alimentar, tecnologias sociais e semiárido revelou-se necessária diante do caráter multifatorial da problemática investigada. Tal procedimento metodológico dialoga com as recomendações de Whittemore e Knafl (2005), ao defenderem que revisões integrativas robustas devem contemplar múltiplas perspectivas teóricas para interpretar fenômenos complexos.

Em sentido semelhante, Mendes, Silveira e Galvão (2008) destacam que a amplitude controlada da busca é fundamental para assegurar rigor metodológico sem comprometer a profundidade analítica. A opção por cruzamentos interdisciplinares também se mostrou coerente com a própria natureza territorial da questão investigada, uma vez que a vulnerabilidade alimentar no semiárido não pode ser compreendida de forma dissociada das dinâmicas educacionais, ecológicas e sociopolíticas que estruturam a Caatinga.

3.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram definidos critérios de inclusão e exclusão para assegurar coerência temática, qualidade metodológica e aderência ao problema investigado. A seleção não priorizou apenas a proximidade lexical com os descritores, mas a pertinência analítica dos estudos em relação ao eixo central da revisão.

Critérios de inclusão:

- estudos publicados em periódicos científicos, livros acadêmicos, capítulos ou relatórios institucionais reconhecidos;
- produções relacionadas a semiárido, Caatinga, drylands ou contextos rurais climaticamente vulneráveis;
- estudos que abordassem segurança alimentar, soberania alimentar, alimentação escolar, agricultura familiar, agroecologia, tecnologias sociais, adaptação climática ou educação rural;
- pesquisas com contribuição teórica, empírica ou metodológica relevante para a compreensão da escola rural como dispositivo territorial;
- publicações em português, inglês ou espanhol;
- textos com disponibilidade integral para leitura e análise.

Critérios de exclusão:

- estudos sem relação direta com território rural, semiárido, segurança alimentar ou políticas alimentares;
- produções exclusivamente biomédicas sem conexão com sistemas alimentares, escola, território ou vulnerabilidade socioambiental;
- estudos duplicados entre bases;
- textos opinativos, editoriais, resumos simples de congresso ou documentos sem consistência metodológica;
- publicações com abordagem genérica sobre educação ou alimentação, sem aderência ao problema central;
- materiais que não permitissem extração suficiente de dados teóricos ou empíricos.

3.4 PROCESSO DE SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A busca inicial identificou 1.125 referências. Esse conjunto foi submetido a procedimentos sucessivos de triagem, elegibilidade e inclusão, inspirados na lógica do protocolo PRISMA, adaptado ao desenho de revisão integrativa. Na etapa de identificação, foram reunidos todos os registros obtidos nas bases consultadas. Em seguida, procedeu-se à remoção de duplicidades e à leitura de títulos e resumos, com o objetivo de excluir estudos manifestamente distantes da questão norteadora.

Na etapa de triagem, os registros remanescentes foram avaliados quanto à aderência temática aos eixos da revisão. Estudos centrados exclusivamente em variáveis nutricionais, análises agronômicas isoladas ou discussões educacionais desvinculadas do território foram excluídos quando não apresentavam contribuição direta ao problema investigado. A fase de elegibilidade envolveu leitura integral dos textos selecionados, observando consistência metodológica, clareza dos objetivos, pertinência territorial e capacidade de dialogar com a matriz epistemológica proposta.

A etapa final resultou na definição do corpus fechado de 29 referências, composto por 26 produções teórico-empíricas e 3 referências metodológicas centrais sobre revisão integrativa, acrescidas de obras de apoio metodológico utilizadas para fundamentar a

arquitetura da revisão. Esse corpus foi assumido como base exclusiva de análise e interpretação do artigo.

O processo de seleção dos estudos seguiu uma lógica sequencial inspirada no protocolo PRISMA, adaptado às especificidades da revisão integrativa. A triagem foi conduzida em múltiplas etapas, permitindo refinamento progressivo do material identificado nas bases de dados. Inicialmente, foram reunidos todos os registros recuperados a partir das estratégias booleanas previamente definidas. Em seguida, realizou-se a eliminação de duplicidades e a leitura exploratória de títulos e resumos. Posteriormente, os textos potencialmente elegíveis foram submetidos à leitura integral, considerando aderência temática, consistência metodológica e pertinência epistemológica em relação ao objetivo do estudo.

Tabela 2 - Fluxo metodológico de seleção dos estudos incluídos na revisão integrativa

Etapa do processo	Procedimento realizado	Número de registros	Critério aplicado	Resultado da etapa
Identificação	Levantamento inicial nas bases de dados	1.125	Aplicação das combinações booleanas nas seis bases selecionadas	Total bruto de referências identificadas
Remoção de duplicidades	Exclusão de registros repetidos entre bases	238 excluídos	Comparação de título, autoria, DOI e ano	887 estudos remanescentes
Triagem inicial	Leitura de títulos e resumos	887	Exclusão de estudos sem aderência temática	214 estudos selecionados
Elegibilidade	Leitura integral dos textos	214	Avaliação metodológica e pertinência epistemológica	61 estudos elegíveis
Inclusão final	Definição do corpus analítico	61	Compatibilidade com a matriz analítica da revisão	29 referências incluídas no corpus fechado

Fonte: Próprios autores.

O processo de refinamento progressivo do material bibliográfico permitiu reduzir dispersões temáticas e fortalecer a coerência analítica da revisão. A elevada diferença entre o número inicial de registros identificados e o corpus final demonstra o rigor empregado na seleção dos estudos, especialmente diante da ampla quantidade de publicações sobre alimentação, semiárido e desenvolvimento rural que, embora relacionadas ao tema de forma periférica, não dialogavam diretamente com o problema central da pesquisa.

Essa filtragem metodológica encontra respaldo em Souza, Silva e Carvalho (2010), ao afirmarem que revisões integrativas exigem critérios rigorosos de elegibilidade para evitar

sínteses superficiais ou excessivamente heterogêneas. Em perspectiva semelhante, Botelho, Cunha e Macedo (2011) argumentam que a confiabilidade da revisão depende da clareza dos procedimentos de triagem e da capacidade de justificar analiticamente a composição final do corpus. A adoção de múltiplas etapas de avaliação também permitiu reduzir o risco de inclusão de estudos desconectados da dimensão territorial e climática que estrutura esta investigação.

3.5 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A extração dos dados foi realizada por meio de matriz analítica previamente construída, contemplando informações bibliográficas, objetivo do estudo, contexto territorial, abordagem metodológica, principais achados, contribuições teóricas e relação com os eixos centrais da revisão. Essa matriz permitiu organizar o corpus de forma sistemática e reduzir o risco de leitura fragmentada das evidências.

A análise foi conduzida a partir de três dimensões epistemológicas. A primeira, dimensão técnica, examinou quais tecnologias sociais aparecem na literatura como instrumentos de convivência com o semiárido, segurança hídrica, produção alimentar e adaptação territorial. A segunda, dimensão política, investigou se a escola rural é tratada como espaço assistencial de distribuição alimentar ou como dispositivo de soberania alimentar, autonomia comunitária e fortalecimento territorial. A terceira, dimensão ecossistêmica, avaliou como os estudos articulam saberes tradicionais, currículo escolar, agroecologia, biodiversidade da Caatinga e sustentabilidade dos sistemas alimentares.

O processo analítico combinou categorização temática e interpretação crítica. Inicialmente, os estudos foram agrupados segundo sua maior proximidade com os eixos de segurança alimentar, políticas públicas, tecnologias sociais, educação rural, agroecologia e adaptação climática. Em seguida, buscou-se identificar convergências, lacunas e tensões entre os textos, com atenção especial aos pontos em que a literatura ainda mantém separadas dimensões que, no território, aparecem profundamente interdependentes: água, alimento, escola, comunidade e clima.

3.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA DOS ESTUDOS

A avaliação crítica dos estudos incluídos foi orientada por critérios de robustez, validade interna, coerência metodológica, clareza analítica e relevância para a pergunta norteadora. Foram considerados, como referência, os princípios das ferramentas de avaliação crítica do Joanna Briggs Institute e do Critique Framework, aplicados de forma compatível com a heterogeneidade metodológica do corpus.

Nos estudos empíricos, foram observados aspectos como explicitação do desenho metodológico, adequação entre objetivos e procedimentos, consistência da análise, contextualização territorial e clareza dos resultados. Nas produções teóricas e institucionais, a avaliação concentrou-se na densidade conceitual, pertinência ao problema investigado, autoridade acadêmica ou institucional e capacidade de contribuir para a construção da síntese integrativa.

Esse procedimento não teve caráter excludente automático, mas qualificativo. O objetivo foi reconhecer diferentes níveis de evidência e contribuição, evitando tratar de forma equivalente estudos com densidades analíticas distintas. Assim, a avaliação crítica permitiu sustentar uma leitura mais rigorosa do corpus, distinguindo textos de maior força empírica, obras de sustentação teórica e referências metodológicas necessárias à condução da revisão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A ESCOLA RURAL COMO NÚCLEO TERRITORIAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR

A análise dos estudos selecionados evidencia que a escola rural ocupa posição estratégica dentro das dinâmicas territoriais de segurança alimentar no semiárido brasileiro. Embora parte significativa das políticas públicas trate a alimentação escolar como mecanismo compensatório de combate à fome, os estudos analisados demonstram que sua função extrapola a dimensão nutricional e alcança processos mais amplos de reorganização econômica, fortalecimento comunitário e dinamização da agricultura familiar. A alimentação escolar, nesse

contexto, transforma-se em componente estruturante das relações entre produção local, abastecimento institucional e permanência das famílias agricultoras nos territórios rurais.

O Programa Nacional de Alimentação Escolar representa um dos principais instrumentos dessa articulação. A descentralização da gestão do PNAE permitiu ampliar a participação municipal e fortalecer mecanismos de controle social sobre os recursos destinados à alimentação escolar (Belik; Chaim, 2009). Entretanto, a literatura evidencia que a descentralização administrativa não eliminou desigualdades estruturais entre os municípios, especialmente em regiões semiáridas marcadas por baixa capacidade técnica e vulnerabilidade hídrica. Em diversos casos, os entraves logísticos e produtivos dificultam a consolidação de circuitos locais permanentes de abastecimento alimentar.

A aproximação entre agricultura familiar e alimentação escolar introduziu alterações importantes na lógica dos sistemas alimentares rurais. Triches e Schneider (2010) argumentam que o fornecimento institucional de alimentos produzidos localmente favorece a reconstrução dos vínculos entre consumo e produção, historicamente fragilizados pela expansão das cadeias agroindustriais concentradas. Segundo os autores, a política de alimentação escolar contribui para “reconectar o consumo à produção” (Triches; Schneider, 2010, p. 933), fortalecendo mercados territoriais e reduzindo a dependência de circuitos alimentares externos.

Os resultados identificados por Martinez, Gomes e Marini (2023) reforçam essa interpretação ao demonstrarem que políticas públicas voltadas à compra institucional de alimentos da agricultura familiar no estado da Paraíba produziram impactos relevantes sobre segurança alimentar e sustentabilidade econômica local. O estudo destaca que a inserção dos agricultores familiares nos programas de abastecimento escolar favoreceu aumento da circulação de renda nos territórios rurais e fortalecimento das redes produtivas locais. Contudo, os autores também observam que a continuidade desses efeitos depende da estabilidade das políticas públicas e da ampliação das capacidades produtivas locais.

Apesar desses avanços, a execução do PNAE em regiões semiáridas permanece marcada por tensões estruturais. Chaves *et al.* (2020) identificam dificuldades recorrentes relacionadas ao equilíbrio entre demanda institucional e capacidade de fornecimento da agricultura familiar em contextos de estiagem prolongada. A irregularidade pluviométrica afeta diretamente a produção agrícola local, comprometendo a estabilidade do abastecimento escolar. Nesse

cenário, a segurança alimentar escolar torna-se profundamente dependente das condições de segurança hídrica territorial.

Os estudos analisados revelam ainda que a alimentação escolar produz efeitos territoriais indiretos frequentemente negligenciados pelas análises institucionais tradicionais. Quando articulada à agricultura familiar, a escola rural passa a desempenhar função econômica e sociopolítica dentro das comunidades, fortalecendo redes locais de produção, circulação de alimentos e cooperação social. A escola deixa, portanto, de ser apenas equipamento educacional e assume características de infraestrutura territorial de abastecimento e proteção social.

Essa reconfiguração desloca a compreensão convencional da alimentação escolar. O debate não se restringe mais ao acesso à merenda, mas à capacidade da escola de operar como nodo articulador entre alimentação, território e sustentabilidade produtiva. Tal perspectiva questiona modelos centralizados de abastecimento alimentar e evidencia a relevância de políticas territorializadas em contextos de vulnerabilidade climática. Em regiões semiáridas, a segurança alimentar escolar depende menos da simples transferência de recursos e mais da capacidade de fortalecer circuitos alimentares territorialmente resilientes.

4.2 TECNOLOGIAS SOCIAIS E DIFUSÃO COMUNITÁRIA DA RESILIÊNCIA ALIMENTAR

A literatura analisada demonstra que as tecnologias sociais desempenham papel central na construção de estratégias de convivência com o semiárido, sobretudo em contextos marcados por insegurança hídrica e vulnerabilidade alimentar. Mais do que soluções técnicas isoladas, essas experiências configuram processos coletivos de reorganização territorial, nos quais água, produção alimentar, conhecimento ecológico e autonomia comunitária tornam-se dimensões profundamente articuladas.

As cisternas de captação de água da chuva constituem uma das experiências mais emblemáticas desse processo. Duque (2008) interpreta a política de cisternas como ruptura significativa com modelos históricos de combate à seca baseados em concentração hídrica e dependência política. Segundo a autora, a convivência com o semiárido “implica uma mudança de olhar sobre a região” (Duque, 2008, p. 135), reconhecendo a capacidade adaptativa das

populações locais e valorizando estratégias descentralizadas de gestão da água.

Os resultados apresentados por Almeida, Moura e Farias (2017) indicam que as tecnologias sociais hídricas produziram impactos que extrapolam a dimensão infraestrutural. O acesso à água permitiu ampliação de quintais produtivos, fortalecimento da produção agroecológica e maior estabilidade alimentar para famílias rurais do semiárido paraibano. Os autores destacam que as tecnologias sociais favoreceram processos locais de desenvolvimento ao articular segurança hídrica e fortalecimento comunitário.

A análise do corpus evidencia que a escola rural ocupa posição estratégica na circulação dessas experiências. Em diversos estudos, as práticas agroecológicas escolares aparecem associadas à difusão de conhecimentos sobre manejo sustentável da água, diversificação produtiva e alimentação saudável. Hortas escolares, quintais pedagógicos e mandallas produtivas passam a funcionar como espaços de experimentação técnica e aprendizagem territorializada, aproximando estudantes, famílias e comunidades das práticas de convivência ecológica.

Essa dimensão pedagógica da agroecologia amplia o alcance sociopolítico da escola rural. Altieri e Toledo (2011) argumentam que a agroecologia latino-americana constitui não apenas alternativa produtiva ao agronegócio convencional, mas também estratégia de resistência territorial e soberania alimentar. Os autores afirmam que a revolução agroecológica busca “ensuring food sovereignty and empowering peasants” (Altieri; Toledo, 2011, p. 587), associando produção sustentável e emancipação camponesa.

No semiárido brasileiro, essa articulação entre agroecologia e educação rural adquire relevância ainda maior diante das limitações ambientais impostas pela irregularidade climática. A produção de alimentos em pequena escala, baseada na diversidade produtiva e no uso eficiente da água, revela-se fundamental para reduzir vulnerabilidades alimentares e ampliar a resiliência territorial. As experiências agroflorestais analisadas por Quadro *et al.* (2025) demonstram que sistemas integrados de recuperação ambiental podem simultaneamente fortalecer segurança alimentar e sustentabilidade ecológica em áreas degradadas do semiárido.

Os estudos analisados indicam, entretanto, que a difusão das tecnologias sociais permanece marcada por assimetrias territoriais. Municípios com maior densidade organizativa comunitária e presença de redes associativas apresentam melhores condições de consolidação

dessas experiências. Em contrapartida, regiões com baixa assistência técnica e limitada continuidade das políticas públicas tendem a enfrentar maior dificuldade de manutenção das práticas agroecológicas escolares e comunitárias.

A escola rural emerge, nesse contexto, como vetor sociotécnico de resiliência territorial. Sua relevância não reside apenas na transmissão formal de conteúdos, mas na capacidade de irradiar práticas ecológicas, fortalecer circuitos locais de aprendizagem e ampliar a circulação comunitária dos conhecimentos adaptativos do semiárido. A tecnologia social deixa, portanto, de ser mero artefato técnico e passa a constituir instrumento político de reorganização territorial e soberania alimentar.

4.3 O NEXO ÁGUA-ALIMENTO-EDUCAÇÃO NO SEMIÁRIDO

A principal convergência identificada nos estudos analisados refere-se à existência de uma relação estrutural entre segurança hídrica, alimentação escolar e reprodução territorial no semiárido brasileiro. Embora parte da literatura trate esses elementos de forma segmentada, a análise integrativa do corpus evidencia que água, alimento e educação constituem dimensões indissociáveis da adaptação climática em regiões vulneráveis à estiagem.

O acesso à água aparece como variável central para estabilidade produtiva, abastecimento alimentar e permanência das populações rurais nos territórios semiáridos. Pereira *et al.* (2020) destacam que as oportunidades de adaptação climática no Brasil dependem diretamente da integração entre segurança hídrica, planejamento territorial e fortalecimento institucional. A ausência dessa articulação amplia a exposição das populações rurais à pobreza climática e compromete a sustentabilidade dos sistemas alimentares locais.

A vulnerabilidade hídrica produz impactos diretos sobre o funcionamento das escolas rurais. Em contextos de estiagem prolongada, a limitação do acesso à água afeta tanto a produção agrícola familiar quanto a continuidade das práticas alimentares escolares. Esse cenário revela que a alimentação escolar não pode ser compreendida de maneira isolada das condições ambientais e produtivas do território. A merenda depende, em larga medida, da estabilidade ecológica das comunidades que abastecem as escolas.

Milhorange *et al.* (2020) observam que as políticas de adaptação climática no semiárido

brasileiro permanecem excessivamente fragmentadas, dificultando respostas integradas às múltiplas dimensões da vulnerabilidade territorial. Segurança alimentar, gestão hídrica, agricultura familiar e educação frequentemente aparecem dissociadas nos instrumentos institucionais, apesar de sua profunda interdependência na realidade das comunidades rurais.

Nesse contexto, a escola rural emerge como espaço privilegiado de integração entre adaptação climática e proteção social. Ao articular alimentação escolar, práticas agroecológicas e circulação de conhecimentos territoriais, a escola passa a desempenhar função estratégica dentro do nexo água-alimento-educação. Sua atuação contribui simultaneamente para segurança alimentar, reprodução do conhecimento ecológico e fortalecimento das capacidades adaptativas locais.

As experiências de inovação tecnológica discutidas por Nobre *et al.* (2019) reforçam a importância de soluções territorializadas na construção da resiliência climática do semiárido. Os autores demonstram que tecnologias descentralizadas de energia e gestão territorial podem ampliar inclusão econômica e capacidade adaptativa das populações vulneráveis. Embora o estudo enfoque smart grids solares, seus resultados dialogam diretamente com a necessidade de integração entre infraestrutura, sustentabilidade e desenvolvimento territorial.

O High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition reconhece que a mudança climática constitui um dos principais fatores contemporâneos de ameaça aos sistemas alimentares globais (HLPE, 2012). Em regiões semiáridas, essa ameaça assume caráter ainda mais severo, pois os efeitos da variabilidade climática incidem sobre territórios já historicamente marcados por desigualdades estruturais e precariedade hídrica.

A partir dessa articulação analítica, o presente estudo propõe compreender o nexo água-alimento-educação como eixo estruturante da resiliência territorial no semiárido. Tal formulação desloca a escola rural da condição de equipamento setorial e a reposiciona como infraestrutura adaptativa capaz de conectar gestão da água, segurança alimentar, aprendizagem ecológica e sustentabilidade comunitária.

4.4 VULNERABILIDADE CLIMÁTICA, POBREZA ESTRUTURAL E INJUSTIÇA TERRITORIAL

Os estudos analisados demonstram que a vulnerabilidade climática no semiárido brasileiro não pode ser interpretada apenas como consequência de condições ambientais adversas. A seca incide sobre territórios historicamente atravessados por desigualdades fundiárias, precarização das infraestruturas rurais e assimetrias persistentes no acesso à água, renda e políticas públicas. A crise climática, nesse contexto, atua como intensificadora de vulnerabilidades sociais previamente existentes.

Malvezzi (2007) questiona diretamente a leitura naturalizante da pobreza no semiárido ao argumentar que a região foi historicamente construída como espaço da inviabilidade. Segundo o autor, a ideia de incapacidade produtiva do semiárido serviu durante décadas para legitimar políticas descontínuas e formas concentradoras de gestão hídrica. Tal interpretação reforçou dependências políticas e aprofundou desigualdades territoriais já consolidadas.

A insegurança alimentar aparece como uma das expressões mais evidentes dessa vulnerabilidade estrutural. Lima *et al.* (2025) identificaram elevada prevalência de insegurança alimentar em áreas rurais do semiárido brasileiro, associada principalmente à baixa renda, à instabilidade produtiva e à limitação do acesso à água. Os autores demonstram que famílias expostas à escassez hídrica apresentam maior propensão à precarização alimentar, evidenciando a relação direta entre vulnerabilidade climática e desigualdade social.

A dimensão territorial dessa vulnerabilidade torna-se ainda mais evidente quando observadas as diferenças internas do próprio semiárido. Brandão e Rist (2020) analisam as dicotomias existentes entre agricultura irrigada empresarial e agricultura tradicional camponesa, demonstrando que o acesso à água permanece profundamente desigual entre os diferentes modelos produtivos presentes na região. Enquanto grandes empreendimentos agrícolas concentram infraestrutura hídrica e capacidade tecnológica, parte significativa das populações rurais permanece submetida à insegurança hídrica cotidiana.

Os impactos dessa desigualdade ultrapassam a dimensão econômica e alcançam diretamente as condições de saúde e reprodução social das comunidades vulneráveis. Jucá *et al.* (2021), ao investigarem a distribuição espacial de acidentes ofídicos na Caatinga,

identificam correlação significativa entre pobreza, desertificação e vulnerabilidade ambiental. Os autores demonstram que os efeitos das mudanças ambientais tendem a atingir de forma mais intensa territórios marcados por precarização estrutural e exclusão social.

A análise do corpus evidencia que a vulnerabilidade climática opera de forma seletiva. Os efeitos da estiagem não recaem uniformemente sobre os territórios, mas atingem de maneira mais intensa populações com menor acesso à água, assistência técnica, políticas públicas e estabilidade produtiva. A seca, portanto, não constitui apenas fenômeno meteorológico. Sua materialização social depende das estruturas territoriais de desigualdade e das formas de distribuição do poder hídrico.

Nesse cenário, a segurança alimentar escolar torna-se particularmente sensível às dinâmicas de injustiça territorial. Em comunidades rurais submetidas à precariedade hídrica, a escola frequentemente assume função central na mitigação da vulnerabilidade alimentar infantil. Entretanto, quando as políticas públicas não conseguem integrar gestão da água, agricultura familiar e abastecimento escolar, a própria capacidade adaptativa das escolas torna-se limitada.

Os resultados analisados sugerem que enfrentar a pobreza climática no semiárido exige mais do que ações emergenciais de combate à seca. A superação das vulnerabilidades territoriais depende da construção de políticas estruturantes capazes de integrar segurança hídrica, soberania alimentar, fortalecimento comunitário e democratização do acesso aos recursos territoriais.

4.5 EDUCAÇÃO DO CAMPO, SABER ECOLÓGICO E AUTONOMIA TERRITORIAL

A literatura analisada evidencia que a Educação do Campo constitui dimensão estratégica para construção da autonomia territorial no semiárido brasileiro. Diferentemente de modelos pedagógicos universalizantes e descontextualizados, essa perspectiva busca articular conhecimento escolar, territorialidade camponesa e sustentabilidade ecológica. O currículo deixa de operar como mecanismo homogêneo de reprodução cultural urbana e passa a incorporar experiências produtivas, ambientais e sociopolíticas vinculadas às realidades rurais.

Caldart (2012) sustenta que a Educação do Campo emerge das lutas sociais do campesinato e da necessidade de construção de um projeto educativo comprometido com os sujeitos do campo. A autora defende que a escola rural não pode limitar-se à adaptação simplificada do modelo urbano de ensino, pois sua função envolve reconhecer identidades territoriais, modos de vida e formas próprias de organização social das populações rurais.

A análise dos estudos selecionados demonstra que a integração entre saberes ecológicos tradicionais e práticas escolares possui papel relevante na construção da resiliência territorial do semiárido. Em diversas experiências, o conhecimento sobre manejo da água, cultivo agroecológico, biodiversidade da Caatinga e convivência climática aparece incorporado às práticas pedagógicas locais, fortalecendo processos de aprendizagem contextualizada.

As associações comunitárias femininas analisadas por Santos *et al.* (2019) revelam que a circulação de conhecimentos tradicionais constitui elemento fundamental para manutenção das estratégias alimentares e produtivas no semiárido. As autoras destacam o papel das mulheres rurais na preservação de práticas agroecológicas, organização solidária e fortalecimento das redes comunitárias locais. Essa dimensão coletiva da aprendizagem amplia a compreensão da educação para além dos limites institucionais da escola formal.

O diálogo entre ciência, participação social e territorialidade também aparece nas reflexões de Forti *et al.* (2025), ao discutirem a necessidade de ampliação do conhecimento público diante da crise ambiental contemporânea. Os autores argumentam que processos participativos de produção do conhecimento fortalecem a capacidade das populações de responder aos desafios ecológicos do semiárido. Segundo o estudo, a construção de sociedades mais resilientes depende da democratização dos saberes ambientais e da valorização das experiências locais.

A ecologia política da aprendizagem, nesse contexto, emerge como categoria interpretativa relevante para compreender as disputas em torno do conhecimento no semiárido. O currículo escolar deixa de ser espaço neutro de transmissão técnica e passa a constituir arena de disputa entre racionalidades distintas sobre desenvolvimento, natureza e território. A valorização dos saberes ecológicos camponeses confronta modelos educacionais historicamente orientados pela deslegitimação das experiências rurais.

Os resultados analisados indicam que a escola rural possui potencial significativo para

fortalecer autonomia territorial quando articula práticas pedagógicas contextualizadas, valorização dos conhecimentos locais e sustentabilidade ecológica. Entretanto, a permanência de currículos padronizados e a insuficiente formação de educadores para atuação contextualizada ainda limitam o alcance dessas experiências em diversos territórios semiáridos.

4.6 FRAMEWORK ANALÍTICO: A ESCOLA RURAL COMO INFRAESTRUTURA SOCIOTÉCNICA DE RESILIÊNCIA ALIMENTAR

A síntese integrativa do corpus permitiu identificar uma convergência analítica ainda pouco explorada pela literatura: a escola rural opera como infraestrutura sociotécnica de resiliência alimentar no semiárido brasileiro. Essa formulação emerge da articulação entre segurança alimentar, tecnologias sociais, agroecologia, adaptação climática e territorialidade pedagógica, dimensões frequentemente analisadas de forma fragmentada nos estudos revisados.

Os resultados demonstram que a escola rural não atua apenas como espaço institucional de escolarização ou distribuição alimentar. Sua presença nos territórios semiáridos mobiliza circuitos locais de abastecimento, circulação de conhecimentos ecológicos, fortalecimento da agricultura familiar e difusão comunitária das tecnologias sociais. A alimentação escolar, nesse contexto, deixa de ser política isolada de assistência nutricional e passa a integrar mecanismos territoriais mais amplos de adaptação climática e proteção social.

A análise das experiências de convivência com o semiárido evidencia que tecnologias sociais como cisternas, hortas escolares, quintais produtivos e práticas agroecológicas produzem efeitos que extrapolam a escala doméstica. Quando articuladas às escolas rurais, essas experiências ampliam sua capacidade de difusão comunitária, alcançando estudantes, famílias e redes produtivas locais. A escola converte-se, portanto, em espaço de circulação sociotécnica do conhecimento adaptativo.

A construção do framework proposto neste estudo parte justamente dessa interdependência entre água, alimento, educação e território. A escola rural aparece como núcleo articulador de capacidades adaptativas locais, conectando infraestrutura hídrica, segurança alimentar, aprendizagem ecológica e fortalecimento comunitário. Trata-se de um deslocamento importante em relação às interpretações convencionais que restringem a função

escolar ao ensino formal ou à execução operacional da merenda escolar.

O framework elaborado sugere a seguinte dinâmica territorial integrada:

**Escola Rural → Tecnologias Sociais → Segurança Alimentar → Difusão Comunitária
→ Resiliência Territorial → Soberania Alimentar**

Essa formulação evidencia que a soberania alimentar no semiárido depende não apenas da disponibilidade de alimentos, mas da capacidade territorial de produzir autonomia hídrica, circulação de conhecimentos ecológicos e fortalecimento comunitário. A escola rural emerge, assim, como infraestrutura adaptativa estratégica diante da crise climática contemporânea.

A principal contribuição teórica deste estudo reside justamente na proposição desse modelo interpretativo integrado. A revisão demonstra que as vulnerabilidades alimentares do semiárido não podem ser enfrentadas por políticas setoriais fragmentadas. Água, educação, produção alimentar e adaptação climática constituem dimensões inseparáveis da resiliência territorial da Caatinga.

A sistematização analítica dos estudos incluídos permitiu identificar padrões recorrentes, tensões epistemológicas e convergências interpretativas entre os diferentes trabalhos analisados. A construção da Tabela 3 teve como finalidade organizar os principais achados do corpus a partir das três dimensões estruturantes da revisão integrativa: dimensão técnica, dimensão política e dimensão ecossistêmica. Essa categorização possibilitou compreender não apenas os objetos investigados em cada estudo, mas também os modos pelos quais a literatura articula segurança alimentar, tecnologias sociais, educação rural e adaptação climática no semiárido brasileiro.

Tabela 3 - Síntese analítica dos estudos incluídos e categorias epistemológicas

Autor/Ano	Objeto do estudo	Principais achados	Dimensão predominante	Contribuição para o artigo
Almeida, Moura e Farias (2017)	Tecnologias sociais hídricas	Cisternas fortaleceram segurança hídrica e autonomia comunitária	Técnica	Relação entre água, território e segurança alimentar
Altieri e Toledo	Agroecologia latino-americana	Agroecologia como resistência territorial e	Política	Base teórica da agroecologia

(2011)		soberania alimentar		emancipatória
Belik e Chaim (2009)	Gestão municipal do PNAE	Descentralização fortaleceu desenvolvimento local, mas revelou desigualdades institucionais	Política	Alimentação escolar como política territorial
Brandão e Rist (2020)	Agricultura irrigada e tradicional	Existência de desigualdades territoriais no acesso à água	Política	Crítica à concentração hídrica no semiárido
Brandão, Santos e Rist (2020b)	Políticas públicas e mulheres rurais	Fortalecimento da autonomia feminina e da segurança alimentar	Política	Relação entre gênero, território e alimentação
Brandão, Santos e Rist (2020c)	Percepção de agricultores familiares	Políticas alimentares ampliam resiliência territorial	Política	Papel da agricultura familiar no semiárido
Caldart (2012)	Educação do Campo	Escola rural como espaço político-pedagógico territorializado	Ecossistêmica	Base da territorialidade pedagógica
Chaves <i>et al.</i> (2020)	Execução do PNAE no semiárido	Vulnerabilidade climática afeta abastecimento escolar	Técnica	Relação entre seca e alimentação escolar
Duque (2008)	Política de cisternas	Convivência com o semiárido redefine gestão da água	Política	Paradigma da convivência
FAO (2019)	Alimentação escolar e sistemas locais	Escolas fortalecem sistemas alimentares territoriais	Ecossistêmica	Integração entre alimentação e desenvolvimento local
Forti <i>et al.</i> (2025)	Educação ambiental e ciência cidadã	Conhecimento público fortalece resposta à crise ambiental	Ecossistêmica	Democratização dos saberes ecológicos
HLPE (2012)	Segurança alimentar e mudanças climáticas	Clima ameaça sistemas alimentares vulneráveis	Política	Base internacional sobre crise alimentar
Jucá <i>et al.</i> (2021)	Desertificação e vulnerabilidade	Pobreza e degradação ambiental ampliam riscos sociais	Ecossistêmica	Relação entre vulnerabilidade ambiental e desigualdade
Lima <i>et al.</i> (2025)	Insegurança alimentar rural	Elevada prevalência de insegurança alimentar no semiárido	Política	Evidências empíricas da vulnerabilidade alimentar
Maluf (2007)	Segurança alimentar	Alimentação como direito social e político	Política	Fundamentação conceitual da segurança alimentar
Malvezzi (2007)	Semiárido brasileiro	Semiárido é território viável e politicamente produzido	Política	Crítica à “indústria da seca”
Martinez, Gomes e	Agricultura familiar e escolas	Compras institucionais fortalecem segurança	Técnica	Relação entre escola e economia local

Marini (2023)		alimentar		
Milhorance <i>et al.</i> (2020)	Políticas de adaptação climática	Fragmentação institucional limita adaptação territorial	Política	Integração entre clima, água e políticas públicas
Nobre <i>et al.</i> (2019)	Smart grids solares	Tecnologias descentralizadas ampliam adaptação climática	Técnica	Inovação territorial e resiliência
Oliveira <i>et al.</i> (2022)	Sistemas produtivos de caprinocultura	Diversidade produtiva fortalece adaptação territorial	Técnica	Estratégias produtivas resilientes
Pereira <i>et al.</i> (2020)	Segurança hídrica no Brasil	Gestão da água é central para adaptação climática	Técnica	Nexo água-alimento-adaptação
Quadro <i>et al.</i> (2025)	Sistemas agroflorestais	Agroflorestas recuperam áreas degradadas e fortalecem produção	Ecosistêmica	Sustentabilidade territorial
Santos <i>et al.</i> (2019)	Associações femininas rurais	Mulheres fortalecem redes ecológicas e alimentares	Ecosistêmica	Dimensão comunitária da resiliência
Triches e Schneider (2010)	Alimentação escolar e agricultura familiar	Circuitos curtos fortalecem soberania alimentar	Política	Reconexão entre produção e consumo

Fonte: Próprios autores.

A síntese analítica apresentada na Tabela 3 evidencia forte predominância de estudos orientados por perspectivas territoriais e sociopolíticas da segurança alimentar. Observa-se que a maior parte do corpus compreende a alimentação não apenas como dimensão nutricional, mas como fenômeno associado à autonomia produtiva, acesso à água, fortalecimento comunitário e sustentabilidade territorial. Essa convergência reforça as formulações de Maluf (2007), ao compreender a segurança alimentar como direito social articulado às condições estruturais de produção e acesso aos alimentos. Em sentido semelhante, Altieri e Toledo (2011) demonstram que a agroecologia latino-americana ultrapassa a dimensão agrônômica e constitui estratégia política de soberania alimentar e resistência territorial.

A tabela também evidencia que os estudos mais recentes tendem a ampliar a integração entre mudanças climáticas, adaptação territorial e sistemas alimentares rurais. Trabalhos como os de Milhorance *et al.* (2020), Pereira *et al.* (2020) e Lima *et al.* (2025) demonstram que vulnerabilidade hídrica, insegurança alimentar e desigualdade territorial operam de forma profundamente interdependente no semiárido brasileiro.

Paralelamente, os estudos sobre Educação do Campo e tecnologias sociais indicam que a escola rural pode assumir papel estratégico na circulação de conhecimentos ecológicos e

fortalecimento das capacidades adaptativas locais (Caldart, 2012; Duque, 2008; Almeida; Moura; Farias, 2017). Essa articulação entre território, alimentação, água e educação constitui justamente o principal eixo interpretativo emergente desta revisão integrativa.

5 IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E POLÍTICAS

5.1 IMPLICAÇÕES PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

Os resultados desta revisão integrativa indicam que a persistência da insegurança alimentar no semiárido brasileiro não pode ser explicada exclusivamente pela irregularidade climática. A literatura analisada demonstra que os efeitos da estiagem são amplificados por desigualdades estruturais relacionadas ao acesso à água, concentração produtiva, baixa integração das políticas públicas e fragilidade das economias rurais locais (Malvezzi, 2007; Pereira *et al.*, 2020; Lima *et al.*, 2025). Nesse cenário, políticas alimentares restritas à lógica compensatória tendem a produzir respostas insuficientes diante da complexidade territorial da vulnerabilidade climática.

A alimentação escolar emerge como eixo estratégico dessa discussão justamente porque conecta produção agrícola, abastecimento institucional, proteção social e permanência das famílias rurais nos territórios semiáridos. Belik e Chaim (2009) já haviam identificado que o PNAE possui capacidade de fortalecer desenvolvimento local quando articulado à gestão descentralizada e ao controle social municipal. Contudo, os autores também alertam que desigualdades administrativas e limitações institucionais comprometem a efetividade territorial do programa, sobretudo em municípios com baixa capacidade operacional.

A integração entre agricultura familiar e alimentação escolar representa uma das dimensões mais relevantes das políticas públicas contemporâneas de segurança alimentar no Brasil. Triches e Schneider (2010) afirmam que a aproximação entre consumo institucional e produção local favorece circuitos curtos alimentares e fortalece economias rurais territorializadas. Segundo os autores, trata-se de “reconectar o consumo à produção” (Triches; Schneider, 2010, p. 933), reduzindo dependências externas e ampliando a circulação local da renda.

As evidências produzidas por Martinez, Gomes e Marini (2023) reforçam essa interpretação ao demonstrarem que políticas de aquisição de alimentos da agricultura familiar para abastecimento escolar produziram impactos positivos sobre segurança alimentar e fortalecimento econômico no estado da Paraíba. Os autores identificaram que a compra institucional favoreceu simultaneamente estabilidade de renda para agricultores familiares e melhoria da diversidade alimentar nas escolas públicas rurais. Esse resultado evidencia que a alimentação escolar pode operar como instrumento de reorganização produtiva territorial quando associada à valorização da agricultura familiar.

Entretanto, a literatura também demonstra que o funcionamento do PNAE no semiárido permanece profundamente condicionado pelas limitações estruturais da segurança hídrica. Chaves *et al.* (2020) observaram dificuldades recorrentes para equilibrar oferta e demanda alimentar em regiões submetidas à irregularidade pluviométrica, evidenciando que a estabilidade do abastecimento escolar depende diretamente das condições ecológicas e produtivas locais. Os autores argumentam que os desafios do programa decorrem não apenas de problemas administrativos, mas da própria vulnerabilidade climática que afeta os territórios rurais do semiárido.

Esse cenário revela uma contradição estrutural das políticas públicas brasileiras voltadas à segurança alimentar. Embora programas como o PNAE reconheçam formalmente a importância da agricultura familiar, parte significativa das políticas climáticas, hídricas e produtivas continua operando de maneira fragmentada e setorializada. Milhorange *et al.* (2020) destacam que os mecanismos de adaptação climática no semiárido brasileiro apresentam limitada coordenação institucional, dificultando respostas integradas às múltiplas dimensões da vulnerabilidade territorial.

A fragmentação das políticas públicas torna-se ainda mais problemática diante da intensificação das mudanças climáticas globais. O HLPE (2012) reconhece que a crise climática representa uma das principais ameaças contemporâneas aos sistemas alimentares vulneráveis, especialmente em regiões marcadas por pobreza estrutural e insegurança hídrica. No semiárido brasileiro, essa realidade assume contornos particularmente graves porque os impactos ambientais incidem sobre territórios historicamente atravessados por concentração fundiária, exclusão produtiva e precarização das infraestruturas rurais (Brandão; Rist, 2020; Jucá *et al.*,

2021).

Nesse contexto, políticas territoriais baseadas na convivência com o semiárido tornam-se fundamentais para fortalecimento das capacidades adaptativas locais. Duque (2008) demonstra que as tecnologias sociais hídricas representaram importante ruptura com modelos centralizados de combate à seca ao fortalecerem mecanismos comunitários de armazenamento e gestão da água. Almeida, Moura e Farias (2017) reforçam essa perspectiva ao evidenciarem que cisternas de produção contribuíram simultaneamente para segurança hídrica, fortalecimento produtivo e desenvolvimento comunitário no semiárido paraibano.

As implicações políticas desta revisão sugerem, portanto, que o enfrentamento da vulnerabilidade alimentar no semiárido exige integração efetiva entre segurança hídrica, alimentação escolar, agroecologia e fortalecimento territorial. A escola rural precisa ser incorporada às políticas climáticas não apenas como espaço educacional, mas como infraestrutura sociotécnica estratégica para construção da resiliência territorial. Isso implica reconhecer que a sustentabilidade dos sistemas alimentares escolares depende diretamente das condições ecológicas, produtivas e comunitárias dos territórios que os sustentam.

Torna-se igualmente necessário superar racionalidades tecnocráticas que ainda predominam em parte das políticas voltadas ao semiárido. As experiências analisadas ao longo desta revisão demonstram que soluções territorializadas, participativas e ecologicamente contextualizadas apresentam maior potencial adaptativo diante das instabilidades climáticas contemporâneas (Pereira *et al.*, 2020; Nobre *et al.*, 2019; Quadro *et al.*, 2025). A adaptação climática, nesse sentido, não pode ser reduzida à incorporação de tecnologias isoladas, pois depende da capacidade de fortalecer redes comunitárias, circulação de conhecimentos e autonomia territorial.

5.2 IMPLICAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS

A principal contribuição epistemológica desta revisão integrativa consiste na proposição de uma nova chave interpretativa para compreender a escola rural no semiárido brasileiro. A literatura analisada demonstra que as abordagens convencionais sobre alimentação escolar permanecem excessivamente limitadas à dimensão assistencial ou nutricional, negligenciando

os processos territoriais, ecológicos e sociopolíticos que atravessam a dinâmica alimentar das comunidades rurais.

O framework construído neste estudo desloca a escola rural da condição de equipamento educacional periférico e a redefine como infraestrutura sociotécnica de resiliência alimentar. Essa formulação emerge da articulação entre segurança hídrica, agroecologia, tecnologias sociais, Educação do Campo e adaptação climática, dimensões frequentemente tratadas de maneira dissociada na literatura acadêmica.

A noção de soberania alimentar territorial constitui elemento central dessa reformulação epistemológica. Diferentemente das abordagens tradicionais focadas apenas na disponibilidade quantitativa de alimentos, os estudos analisados demonstram que segurança alimentar envolve capacidade territorial de produzir autonomia produtiva, estabilidade ecológica e fortalecimento comunitário (Maluf, 2007; HLPE, 2012). A alimentação deixa, portanto, de ser interpretada apenas como necessidade biológica e passa a constituir dimensão política das disputas territoriais sobre água, produção e sustentabilidade.

A agroecologia ocupa posição estratégica dentro dessa perspectiva justamente por integrar conservação ambiental, produção alimentar e emancipação camponesa. Altieri e Toledo (2011) argumentam que a revolução agroecológica latino-americana representa processo simultâneo de resistência territorial e democratização dos sistemas alimentares. Os autores afirmam que a agroecologia busca “ensuring food sovereignty and empowering peasants” (Altieri; Toledo, 2011, p. 587), deslocando o debate agrícola para o campo das disputas políticas e ecológicas sobre desenvolvimento rural.

As experiências analisadas no semiárido brasileiro demonstram que práticas agroecológicas associadas às escolas rurais ampliam significativamente a circulação territorial de conhecimentos ecológicos e estratégias adaptativas. Sistemas agroflorestais, quintais produtivos e tecnologias hídricas descentralizadas produzem efeitos que ultrapassam a escala produtiva e alcançam processos de aprendizagem comunitária, sustentabilidade ambiental e fortalecimento alimentar (Quadro *et al.*, 2025; Almeida; Moura; Farias, 2017).

A Educação do Campo constitui outra dimensão epistemológica decisiva para interpretação dos resultados desta revisão. Caldart (2012) sustenta que a escola rural deve ser compreendida a partir das lutas sociais do campesinato e das disputas em torno da

territorialidade rural brasileira. Tal perspectiva rompe com modelos universalizantes de educação e reconhece que os processos pedagógicos são atravessados por relações de poder, conflitos territoriais e racionalidades distintas sobre natureza e desenvolvimento.

Essa formulação ganha ainda maior relevância diante das vulnerabilidades climáticas contemporâneas. Os resultados desta revisão demonstram que o semiárido brasileiro exige processos educativos profundamente vinculados às dinâmicas ecológicas da Caatinga. A aprendizagem sobre manejo da água, biodiversidade, produção agroecológica e convivência climática não constitui dimensão periférica do currículo escolar, mas elemento central da reprodução territorial das comunidades rurais.

Nesse sentido, o presente estudo propõe a categoria de ecologia pedagógica do semiárido para compreender os processos de circulação de conhecimentos ecológicos territorializados nas escolas rurais. Essa perspectiva reconhece que a produção do conhecimento não ocorre exclusivamente no interior das instituições formais, mas emerge das interações entre comunidade, território, experiência produtiva e memória ambiental.

As experiências analisadas por Santos *et al.* (2019) revelam, por exemplo, que associações femininas rurais desempenham papel estratégico na circulação de saberes agroecológicos e fortalecimento das redes alimentares locais. Do mesmo modo, Forti *et al.* (2025) defendem que o enfrentamento da crise ambiental contemporânea exige ampliação do conhecimento público e fortalecimento de processos participativos de aprendizagem ecológica. Segundo os autores, a construção de respostas sustentáveis à crise climática depende da democratização do conhecimento ambiental e da valorização das experiências territoriais locais.

As implicações epistemológicas desta revisão também apontam para a necessidade de superar dualismos ainda recorrentes na produção científica contemporânea. Água e alimentação, educação e território, técnica e política, adaptação e justiça social continuam frequentemente tratados como dimensões independentes nos estudos acadêmicos. Entretanto, a realidade do semiárido demonstra que tais elementos operam de maneira profundamente integrada e relacional.

A escola rural emerge justamente como espaço privilegiado para observação dessas interdependências. Sua atuação conecta abastecimento alimentar, circulação de conhecimentos ecológicos, fortalecimento comunitário e adaptação climática em um mesmo território

vulnerável às mudanças ambientais. A principal contribuição teórica deste estudo reside precisamente em demonstrar que a resiliência territorial do semiárido depende da construção de ecologias integradas entre água, alimento, aprendizagem e soberania comunitária.

5.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E AGENDA FUTURA

Embora esta revisão integrativa tenha permitido construir uma síntese crítica abrangente sobre escola rural, segurança alimentar e tecnologias sociais no semiárido brasileiro, algumas limitações precisam ser reconhecidas. A primeira delas refere-se à própria natureza metodológica da revisão integrativa, cuja profundidade analítica depende diretamente da qualidade e da diversidade dos estudos disponíveis na literatura (Whittemore; Knafl, 2005; Mendes; Silveira; Galvão, 2008).

Parte significativa das pesquisas analisadas concentra-se em estudos de caso territoriais específicos, dificultando generalizações amplas para todo o semiárido brasileiro. Além disso, observou-se heterogeneidade metodológica considerável entre os trabalhos selecionados, envolvendo pesquisas qualitativas, estudos institucionais, análises territoriais e relatórios técnicos com diferentes níveis de robustez analítica. Conforme argumentam Souza, Silva e Carvalho (2010), revisões integrativas frequentemente enfrentam desafios relacionados à diversidade metodológica do corpus, exigindo rigor interpretativo e critérios analíticos consistentes.

Outra limitação importante refere-se à fragmentação temática ainda predominante na literatura. Grande parte dos estudos aborda separadamente alimentação escolar, adaptação climática, tecnologias sociais ou Educação do Campo, havendo número reduzido de pesquisas que integrem simultaneamente essas dimensões. Tal fragmentação dificulta análises sistêmicas sobre o papel territorial da escola rural na construção da resiliência alimentar do semiárido.

Também foram identificadas lacunas espaciais relevantes dentro do próprio bioma Caatinga. Algumas regiões apresentam maior densidade de estudos empíricos, especialmente territórios associados a experiências consolidadas de agroecologia e convivência com o semiárido, enquanto outras áreas permanecem sub-representadas na produção científica. Essa desigualdade territorial do conhecimento tende a invisibilizar experiências locais importantes

de adaptação comunitária e inovação sociotécnica.

A agenda futura de pesquisa demanda maior investimento em estudos empíricos interdisciplinares capazes de analisar longitudinalmente as relações entre escola rural, segurança hídrica, alimentação escolar e adaptação climática. Investigações quantitativas sobre impactos territoriais das compras institucionais da agricultura familiar, circulação local da renda alimentar e fortalecimento comunitário também se mostram particularmente necessárias.

Além disso, comparações internacionais com outras regiões semiáridas do Sul Global podem ampliar significativamente a compreensão sobre estratégias territoriais de adaptação alimentar e climática. Territórios rurais vulneráveis da África Subsaariana, América Latina e Ásia Meridional compartilham desafios relacionados à insegurança hídrica, fragilidade produtiva e desigualdade territorial, oferecendo importantes possibilidades comparativas para futuras investigações.

Por fim, torna-se necessário aprofundar estudos sobre os processos pedagógicos vinculados à convivência climática e à ecologia territorial da aprendizagem. A relação entre currículo escolar, circulação de saberes ecológicos e fortalecimento da soberania alimentar ainda permanece insuficientemente explorada pela literatura acadêmica contemporânea. Compreender como as escolas rurais produzem capacidades adaptativas locais constitui desafio estratégico para futuras pesquisas sobre justiça climática, sustentabilidade territorial e resiliência comunitária no semiárido brasileiro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão integrativa demonstrou que a insegurança alimentar no semiárido brasileiro não pode ser interpretada apenas como consequência da variabilidade climática, mas como expressão territorial de desigualdades históricas relacionadas ao acesso à água, à fragilidade das políticas públicas e à limitada integração entre educação, produção alimentar e adaptação ecológica. Ao longo da análise, tornou-se evidente que os sistemas alimentares escolares da Caatinga permanecem profundamente condicionados pelas dinâmicas ambientais e produtivas que estruturam os territórios rurais.

Os resultados confirmam a hipótese central deste estudo ao evidenciarem que a escola

rural ultrapassa sua função pedagógica convencional e passa a operar como infraestrutura sociotécnica de resiliência territorial. Sua atuação articula alimentação escolar, agricultura familiar, circulação de conhecimentos ecológicos, tecnologias sociais e fortalecimento comunitário, configurando um espaço estratégico de adaptação climática no semiárido brasileiro. A escola emerge, portanto, não apenas como instituição educativa, mas como núcleo territorial de segurança alimentar e soberania comunitária.

A principal contribuição teórica do artigo reside justamente na proposição do nexo água-alimento-educação como eixo estruturante da resiliência territorial da Caatinga. Essa formulação desloca o debate sobre alimentação escolar para além da dimensão assistencial e reposiciona a escola rural dentro das disputas contemporâneas sobre sustentabilidade, justiça climática e autonomia territorial. O semiárido deixa de ser compreendido como espaço da escassez inevitável e passa a ser reconhecido como território de produção de conhecimento adaptativo, inovação sociotécnica e resistência ecológica.

Diante do agravamento das mudanças climáticas globais, pensar a escola rural como infraestrutura adaptativa significa reconhecer que a resiliência dos territórios vulneráveis dependerá cada vez mais da capacidade de integrar água, alimento, aprendizagem e sustentabilidade em uma mesma ecologia política da sobrevivência. É precisamente nesse ponto que a escola da Caatinga deixa de representar apenas um equipamento público e passa a simbolizar uma arquitetura territorial de futuro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. A. D.; MOURA, M.; FARIAS, Maysa Porto. Social Water Technologies: Brazilian Experience of Coexistence and Development in the Semi-Arid Region of Paraíba. **International Journal of Research**, v. 3, n. 2, p. 1-11, 2017. DOI: <https://doi.org/10.20431/2454-8685.0302001>.

ALTIERI, Miguel A.; TOLEDO, Victor M. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. **Journal of Peasant Studies**, v. 38, n. 3, p. 587-612, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>.

BELIK, Walter; CHAIM, Nuria Abrahão. O Programa Nacional de Alimentação Escolar e a gestão municipal: eficiência administrativa, controle social e desenvolvimento local. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 22, n. 5, p. 595-607, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415->

52732009000500001.

BOTELHO, Louise Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011. DOI: <https://doi.org/10.21171/ges.v5i11.1220>.

BRANDÃO, Emily Aparecida Ferreira; RIST, S. The agrarian space of the Brazilian semi-arid region: the dichotomies between the space of irrigated agriculture and the space of traditional agriculture. **Studies in Agricultural Economics**, v. 122, n. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.7896/j.2082>.

BRANDÃO, Emily Aparecida Ferreira; SANTOS, Thiago Rocha; RIST, S. Connecting Public Policies for Family Farmers and Women's Empowerment: The Case of the Brazilian Semi-Arid. **Sustainability**, Basel, v. 12, n. 15, p. 5961, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12155961>.

BRANDÃO, Emily Aparecida Ferreira; SANTOS, Thiago Rocha; RIST, S. Family Farmers' Perceptions of the Impact of Public Policies on the Food System: Findings From Brazil's Semi-Arid Region. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.556732>.

CALDART, Roseli Salete. Educação do Campo. São Paulo: Expressão Popular, 2012.
CHAVES, V.; PINHEIRO, L. B. G.; NEVES, R.; ARAÚJO, M. A. D. D.; SILVA, Joana Barbosa da; BEZERRA, Paulo Eneas Rolim; JACOB, M. Challenges to balance food demand and supply: analysis of PNAE execution in one semiarid region of Brazil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 55, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v55i0.73174>.

DUQUE, Ghislaine. Convivência com o semiárido e autonomia: a construção social da política de cisternas no Nordeste brasileiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 17, p. 133-140, 2008.

FAO. **School feeding and local food systems programme**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019.

FORTI, L.; FONSECA-FREIRE, Arthur Igor da; SÁ-FILHO, Geovan Figueirêdo de; SZABO, J. K. Citizens Turning Into Scientists: A Calling to Boost the Knowledge of the Public to Address the Environmental Crisis in the Brazilian Semiarid. **Integrative Conservation**, v. 4, p. 546-554, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1002/inc3.70046>.

HLPE. **Food security and climate change**. Rome: High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition, 2012.

JUCÁ, T. L.; NORMANDO, Leonardo R. O.; IBRAHIM, A. B.; CHAPEAUROUGE, A.; MONTEIRO-MOREIRA, Ana Cristina de Oliveira; MACKESSY, S. Drought, desertification and poverty: A geospatial analysis of snakebite envenoming in the Caatinga biome of Brazil.

International Journal of Health Planning and Management, v. 36, n. 5, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/hpm.3180>.

LIMA, Elisiandre Martins de; PEREIRA, Thaís da Conceição; LIMA, Rafaela Lira Formiga Cavalcanti de; SILVA, Catarine Santos da; PALMEIRA, P. A. Food insecurity in the rural area of a municipality in the Brazilian semiarid region: prevalence and associated factors. **Journal of Hunger & Environmental Nutrition**, v. 20, p. 1287-1303, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1080/19320248.2025.2536226>.

MALUF, Renato S. **Segurança alimentar e nutricional**. Petrópolis: Vozes, 2007.

MALVEZZI, Roberto. **Semiárido**: uma visão holística. Brasília: Confea, 2007.

MARTINEZ, Pedro; GOMES, Maria de Lourdes Saturnino; MARINI, F. Public policies strengthen the relationship between family farming and food security in Brazilian schools – A case study of Paraíba state. **Heliyon**, v. 9, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20482>.

MENDES, Karina Dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto - Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>.

MILHORANCE, Carolina; SABOURIN, E.; LE COQ, Jean François; MENDES, P. Unpacking the policy mix of adaptation to climate change in Brazil's semiarid region: enabling instruments and coordination mechanisms. **Climate Policy**, v. 20, n. 5, p. 593-608, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1753640>.

NOBRE, P.; PEREIRA, E.; LACERDA, F.; BURSZTYN, Marcel; HADDAD, E.; LEY, D. Solar smart grid as a path to economic inclusion and adaptation to climate change in the Brazilian Semiarid Northeast. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, v. 11, n. 5, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-09-2018-0067>.

OLIVEIRA, Leandro Silva; FELISBERTO, Nivea Regina de Oliveira; NOGUEIRA, D. M.; SILVA, Alineaura Florentino; BIAGIOLI, Bruno; GONZÁLEZ-ESQUIVEL, C.; TEIXEIRA, Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida. Typology of dairy goat production systems in a semiarid region of Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 214, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106777>.

PEREIRA, V.; RODRIGUEZ, D.; COUTINHO, S.; SANTOS, Diogo Victor; MARENGO, J. Adaptation opportunities for water security in Brazil. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 91-121, 2020. DOI: [10.18472/SustDeb.v11n3.2020.33858](https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n3.2020.33858).

QUADRO, Israel Pereira de; SOUZA, Antônio Gilvan da Cruz de; NOGUEIRA, Danilo Batista; BOMFIM, Isac Gabriel Abrahão; GIROLDO, A. Implementation and Costs of an

Agroforestry System in a Degraded Area of the Brazilian Semi-Arid Region. **Conservation**, v. 5, n. 2, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/conservation5020020>.

SANTOS, Rosiane Rocha Oliveira; NETO, Antonio Santana Padilha; GONDIM, Janedalva Pontes; SANTOS, José Moacir dos. Ecology of Contributions for Women Association with Brazilian Semiarid. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, n. 5, p. 207-213, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22161/ijaers.6.5.26>.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>.

TORRACO, Richard J. Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. **Human Resource Development Review**, Thousand Oaks, v. 4, n. 3, p. 356-367, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1177/1534484305278283>.

TRICHES, Rozane Márcia; SCHNEIDER, Sergio. Alimentação escolar e agricultura familiar: reconectando o consumo à produção. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 933-945, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902010000400019>.

WHITTEMORE, Robin; KNAFL, Kathleen. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>.