

AVALIAÇÃO

Dos IMPACTOS AMBIENTAIS
NAS AGROINDÚSTRIAS DE HORTALIÇAS
DO ALTO OESTE POTIGUAR

ORGANIZADORES:

Francisco Jefferson do Nascimento Carvalho
e Maria José Holanda Leite



AMPLLA
EDITORA

2026 - Ampla Editora

Copyright da Edição © Ampla Editora

Copyright do Texto © Os autores

Editor Chefe: Leonardo Tavares

Design da Capa: Os autores

Revisão: Os autores



Avaliação dos impactos ambientais nas agroindústrias de hortaliças do Alto Oeste Potiguar está licenciado sob CC BY-NC 4.0.



Essa licença permite que outros remixem, adaptem e desenvolvam seu trabalho para fins não comerciais e, embora os novos trabalhos devam ser creditados e não possam ser usados para fins comerciais, os usuários não precisam licenciar esses trabalhos derivados sob os mesmos termos. O conteúdo da obra e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores e não representam a posição oficial da Ampla Editora. O download e o compartilhamento da obra são permitidos, desde que os autores sejam reconhecidos. Todos os direitos desta edição foram cedidos à Ampla Editora.

Catálogo na publicação

Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

A945

Avaliação dos impactos ambientais nas agroindústrias de hortaliças do Alto Oeste Potiguar / Organização de Francisco Jefferson do Nascimento Carvalho, Maria José Holanda Leite. – Campina Grande/PB: Ampla, 2025.

Livro em PDF

ISBN 978-65-5381-342-7

DOI 10.51859/ampla.aia427.1126-0

1. Impactos ambientais. 2. Agroindústria. 3. Hortaliças. I. Carvalho, Francisco Jefferson do Nascimento (Organizador). II. Leite, Maria José Holanda (Organizadora). III. Título.

CDD 363.7

Índice para catálogo sistemático

I. Impacto ambiental

AUTORES

Francisco Jefferson do Nascimento Carvalho

Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-0171-685X>

Daniel de Freitas Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3017-3589>

Gabriel Moreira Benicá

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-9481-4947>

Gabriela Gomes Ramos

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2028-1503>

Maria José de Holanda Leite

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4154-3901>

APRESENTAÇÃO

Em um contexto caracterizado pela crescente pressão sobre os recursos hídricos, pela expansão da agricultura familiar e pela urgência de práticas sustentáveis no Semiárido brasileiro, a avaliação dos impactos ambientais das agroindústrias de hortaliças emerge como elemento estratégico para a promoção da gestão ambiental eficiente, da segurança alimentar local e da conservação do bioma Caatinga. No Alto Oeste Potiguar, região marcada por vulnerabilidades hídricas e desafios socioeconômicos, compreender as práticas produtivas dessas unidades familiares torna-se essencial para subsidiar intervenções técnicas adaptadas às condições locais e às demandas de desenvolvimento sustentável.

Ao longo desta obra, são apresentados os resultados de um diagnóstico ambiental realizado em 15 agroindústrias familiares de hortaliças nos municípios de Água Nova, Rafael Fernandes, Riacho de Santana e Francisco Dantas, com ênfase na identificação dos principais impactos gerados – como consumo intensivo de água, geração de resíduos orgânicos e uso predominante de defensivos químicos (72,5% dos casos) – e na proposição de medidas de mitigação viáveis. A caracterização do perfil dos produtores, suas percepções ambientais (com 50% sem conhecimento prévio e 62,5% negando impactos) e as práticas adotadas permite compreender a estrutura operacional dessas unidades e suas implicações ambientais, econômicas e sociais no contexto do Semiárido potiguar.

O estudo foi desenvolvido com base em pesquisa descritiva de abordagem mista, articulando aplicação de questionários semiestruturados a 40 participantes, análise quantitativa dos dados no Excel e discussões fundamentadas em legislação ambiental (PNRS – Lei 12.305/2010; Res. CONAMA 430/2011) e boas práticas de fabricação (BPF). Cada etapa foi conduzida com rigor metodológico entre outubro de 2025 e janeiro de 2026, buscando oferecer informações robustas que possam orientar políticas de extensão rural, capacitação técnica e planejamento ambiental nas agroindústrias familiares.

Desse modo, espera-se que este material contribua para o fortalecimento das capacidades de produtores, extensionistas, pesquisadores e gestores públicos das áreas de Agroindústria, Engenharia Ambiental e Desenvolvimento Rural, além de apoiar reflexões sobre a integração de tecnologias limpas – como compostagem de resíduos, reúso hídrico e redução de defensivos químicos – como componentes essenciais da sustentabilidade produtiva. Mais do que diagnosticar fragilidades, esta obra propõe um olhar técnico sobre o potencial de transformação das agroindústrias familiares em modelos ambientalmente responsáveis, alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6 e 12) e à convivência harmoniosa com o Semiárido brasileiro.

Os organizadores

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, primeiramente, a Deus, por ter me concedido paciência, força e coragem para superar este desafio. Agradeço por ter me guiado e abençoado em cada etapa desta trajetória, fortalecendo-me nos momentos de dificuldade e permitindo a conclusão deste trabalho.

Agradeço ao Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Pau dos Ferros, por todas as oportunidades de aprendizado, pelas experiências acadêmicas e profissionais proporcionadas ao longo do curso e pela contribuição fundamental para minha formação como futuro Tecnólogo.

Sou grato à minha família, meu pai, minha mãe e meu irmão, pelo apoio incondicional, incentivo constante e compreensão em todos os momentos. Agradeço também aos amigos que estiveram ao meu lado durante essa caminhada, oferecendo palavras de apoio, conforto e amizade sincera.

Registro meu especial agradecimento à minha orientadora, Dra. Maria José Holanda Leite, pela dedicação, paciência e comprometimento ao longo do processo de orientação. Suas contribuições, correções e ensinamentos foram essenciais para meu crescimento acadêmico e para a qualidade deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Cada gesto de apoio foi fundamental para a construção desta trajetória, que passa a integrar de forma significativa a minha história.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da cadeia produtiva da produção familiar, representando as principais etapas do processo, desde a produção agrícola até a comercialização, com destaque para as fases de colheita, seleção, higienização, processamento primário, embalagem e armazenamento.....	15
Figura 2 – Esquema representativo da gestão de resíduos sólidos orgânicos em agroindústrias familiares, destacando práticas sustentáveis como compostagem, reaproveitamento agrícola dos resíduos e integração aos princípios da economia circular	20
Figura 3 – Representação esquemática das Boas Práticas de Fabricação (BPF) na agroindústria de frutos e hortaliças, evidenciando a integração entre controle higiênico-sanitário, uso racional da água, manejo de resíduos e redução de impactos ambientais	28
Figura 4 - Mapa com delimitação dos municípios de Água Nova, Riacho de Santana, Rafael Fernandes e Francisco Dantas na região Alto Oeste Potiguar – RN.	34
Figura 5 - Distribuição de gênero dos participantes dos entrevistados das agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte	37
Figura 6 - Distribuição percentual dos entrevistados quanto ao conhecimento e à adoção de práticas ambientais nas agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte	38
Figura 7 - Percepção dos entrevistados quanto à ocorrência de impactos ambientais decorrentes das atividades agroindustriais localizadas no estado do Rio Grande do Norte	39
Figura 8 – Distribuição percentual dos entrevistados quanto ao uso de defensivos agrícolas no controle de pragas e doenças nas agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Agroindústrias: panorama global e importância socioeconômica	14
2.2 Cadeia produtiva da agricultura familiar	16
2.3 Impactos ambientais associados às agroindústrias familiares	19
2.4 Gestão de resíduos sólidos orgânicos nas agroindústrias.....	21
2.5 Tratamento e reuso de efluentes nas agroindústrias familiares	24
2.6 Sustentabilidade hídrica no semiárido e desafios para o setor.....	25
2.7 Normas e legislações ambientais aplicadas às agroindústrias.....	28
2.8 Boas práticas de fabricação (BPF) e sua relação com o meio ambiente.....	29
2.9 Tecnologias limpas, inovação e o papel das agroindústrias familiares no desenvolvimento regional sustentável.....	31
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Caracterização da área de estudo	34
3.2 Tipo e abordagem da pesquisa	35
3.3 População, amostra e procedimentos de coleta de dados	36
3.4 Análise dos dados	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Realidade das agroindústrias no Alto Oeste Potiguar	38
4.2 Diagnóstico do conhecimento ambiental e das práticas adotadas nas agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar	38
4.3 Impactos ambientais e estratégias de mitigação nas agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
ANEXOS.....	53

RESUMO

As agroindústrias de hortaliças desempenham papel relevante na agricultura familiar, contribuindo para a agregação de valor à produção, geração de renda e o fortalecimento das economias locais, especialmente em regiões semiáridas. No entanto, essas atividades também estão associadas a impactos ambientais significativos, relacionados principalmente ao consumo intensivo de água, à geração de resíduos sólidos orgânicos, ao uso de defensivos agrícolas e ao manejo inadequado de efluentes. No Alto Oeste Potiguar, região inserida no bioma Caatinga e marcada por elevada vulnerabilidade hídrica, a avaliação desses impactos torna-se fundamental para subsidiar estratégias de gestão ambiental mais eficientes e compatíveis com a realidade local. Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os principais impactos ambientais gerados por agroindústrias de hortaliças no Alto Oeste Potiguar, bem como propor medidas técnicas para sua mitigação e para o fortalecimento de uma gestão ambiental sustentável compatível com a realidade das agroindústrias familiares da região. A pesquisa foi realizada no período de outubro de 2025 a janeiro de 2026, em 15 agroindústrias familiares de hortaliças localizadas nos municípios de Água Nova, Rafael Fernandes, Riacho de Santana e Francisco Dantas, no estado do Rio Grande do Norte. A coleta de dados ocorreu por meio da aplicação de questionários semiestruturados, abordando aspectos relacionados aos impactos ambientais, às práticas produtivas e à percepção ambiental, totalizando 40 participantes. Constatou-se que uma parcela significativa dos entrevistados apresentou conhecimento limitado sobre impactos ambientais, sendo que 50% afirmaram não possuir conhecimento prévio sobre a temática. Além disso, 62,5% dos participantes não reconhecem que suas atividades geram impactos ambientais, enquanto 37,5% admitiram a ocorrência de impactos decorrentes da produção. Verificou-se ainda que 72,5% utilizam defensivos agrícolas químicos, 7,5% utilizam defensivos orgânicos e 20% não utilizam defensivos. Quanto às práticas ambientais, apenas 5% dos entrevistados declararam adotar ações formais de gestão ambiental, enquanto a maioria realiza práticas informais ou não adota nenhuma medida sistematizada. Os resultados evidenciam fragilidades estruturais e operacionais na gestão ambiental das agroindústrias avaliadas, refletindo limitações técnicas, ausência de assistência continuada e baixo nível de institucionalização das práticas sustentáveis. Assim, recomenda-se a adoção de práticas de gestão ambiental nas agroindústrias de hortaliças, com ênfase na implementação de planos de gerenciamento de resíduos sólidos, no reaproveitamento de resíduos orgânicos por meio da compostagem, no uso racional da água, na implantação de sistemas simplificados de tratamento e reuso de efluentes e na redução da dependência de defensivos químicos. Ressalta-se, ainda, a importância do fortalecimento das ações de assistência técnica, capacitação e educação ambiental,

visando à promoção da sustentabilidade ambiental das agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar.

Palavras-chave: Semiárido; sustentabilidade ambiental; uso de recursos naturais.

ABSTRACT

Vegetable agroindustries play a relevant role in family farming, contributing to value addition to production, income generation, and the strengthening of local economies, especially in semi-arid regions. However, these activities are also associated with significant environmental impacts, mainly related to intensive water consumption, the generation of organic solid waste, the use of agricultural pesticides, and inadequate effluent management. In the Alto Oeste Potiguar region, located within the Caatinga biome and characterized by high water vulnerability, the assessment of these impacts becomes essential to support more efficient environmental management strategies that are compatible with local realities. In this context, the present study aimed to evaluate the main environmental impacts generated by vegetable agroindustries in the Alto Oeste Potiguar region, as well as to propose technical measures for their mitigation and for strengthening sustainable environmental management practices suited to the reality of family agroindustries in the region. The research was conducted from October 2025 to January 2026 in 15 family-based vegetable agroindustries located in the municipalities of Água Nova, Rafael Fernandes, Riacho de Santana, and Francisco Dantas, in the state of Rio Grande do Norte, Brazil. Data collection was carried out through the application of semi-structured questionnaires addressing aspects related to environmental impacts, production practices, and environmental perception, totaling 40 participants. The results showed that a significant portion of the respondents had limited knowledge of environmental impacts, with 50% reporting no prior knowledge of the subject. In addition, 62.5% of the participants did not recognize that their activities generate environmental impacts, while 37.5% acknowledged the occurrence of impacts resulting from production. It was also found that 72.5% use chemical pesticides, 7.5% use organic pesticides, and 20% do not use any type of pesticide. The results reveal structural and operational weaknesses in the environmental management of the agro-industries evaluated, reflecting technical limitations, the absence of continuous technical assistance, and a low level of institutionalization of sustainable practices. Regarding environmental practices, only 5% of the respondents reported adopting formal environmental management actions, while the majority carry out informal practices or do not adopt any systematized measures. Therefore, the adoption of environmental management practices in vegetable agroindustries is recommended, with emphasis on the implementation of solid waste management plans, the reuse of organic residues through composting, the rational use of water, the implementation of simplified systems for effluent treatment and reuse, and the reduction of dependence on chemical pesticides. Furthermore, strengthening technical assistance, training, and

environmental education actions is essential to promote the environmental sustainability of family agroindustries in the Alto Oeste Potiguar region.

Keywords: Semi-arid; environmental sustainability; natural resource use.

1 INTRODUÇÃO

As agroindústrias de hortaliças exercem papel estratégico no abastecimento alimentar brasileiro, contribuindo para a segurança nutricional, a geração de renda e o fortalecimento das cadeias produtivas no meio rural. O processamento desses produtos possibilita a agregação de valor à produção primária, a redução de perdas pós-colheita e a ampliação da vida útil dos alimentos, configurando-se como alternativa relevante para pequenos e médios produtores (GOMES, 2005).

Apesar de sua importância econômica e social, as agroindústrias de hortaliças estão associadas à geração de impactos ambientais, especialmente relacionados ao uso intensivo de recursos hídricos, à produção de resíduos orgânicos e ao manejo inadequado dos subprodutos do processamento (FAO, 2020). Esses impactos tendem a ser potencializados quando inexistem práticas sistematizadas de gestão ambiental, situação recorrente em unidades produtivas de pequeno e médio porte.

Embora os impactos ambientais do setor agroindustrial sejam amplamente discutidos na literatura, ainda são escassos os estudos direcionados às agroindústrias de hortaliças de pequeno e médio porte, sobretudo aquelas inseridas em áreas rurais e regiões semiáridas (Staduto, 2024). A maior parte das pesquisas concentra-se em grandes complexos agroindustriais, o que limita a compreensão das especificidades operacionais, ambientais e estruturais das unidades familiares (Souza; Ferreira, 2022), dificultando o planejamento ambiental e a formulação de políticas públicas mais adequadas a esse segmento.

No estado do Rio Grande do Norte, essa lacuna assume maior relevância em função da expressiva presença da horticultura irrigada nas regiões do Agreste, Seridó e Alto Oeste Potiguar. Inseridas no bioma Caatinga, essas agroindústrias estão localizadas em um contexto marcado por elevada vulnerabilidade hídrica, no qual o uso inadequado da água e a destinação incorreta de resíduos provenientes das etapas de lavagem, seleção e processamento das hortaliças podem gerar impactos ambientais mais sensíveis (MMA, 2018; IDEMA, 2019).

Nesse cenário, destaca-se como desafio central a adoção de práticas produtivas ambientalmente sustentáveis, considerando as limitações técnicas, econômicas e estruturais enfrentadas pelas agroindústrias familiares. O manejo inadequado de resíduos orgânicos pode favorecer a contaminação do solo e a proliferação de vetores, enquanto o lançamento de efluentes sem tratamento compromete a qualidade dos recursos hídricos, conforme evidenciado em estudos sobre o processamento e a pós-colheita de vegetais (Borém et al., 2021).

Apesar de sua relevância socioeconômica para o meio rural potiguar, observa-se que muitas agroindústrias familiares de hortaliças operam sem diagnóstico ambiental sistematizado, com baixa

adoção de tecnologias limpas e limitado acesso à assistência técnica especializada (Ferreira; Lima, 2021). Essa realidade suscita questionamentos quanto à magnitude dos impactos ambientais gerados e à adequação das práticas adotadas frente às exigências legais e às especificidades do semiárido.

Diante desse contexto, o presente estudo justifica-se pela necessidade de compreender os impactos ambientais associados às agroindústrias familiares de hortaliças no Alto Oeste Potiguar, contribuindo para o fortalecimento da gestão ambiental e para o atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) (Nunes; Ribeiro, 2026).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os principais impactos ambientais gerados por agroindústrias de hortaliças no Alto Oeste Potiguar, bem como propor medidas técnicas para sua mitigação e para o fortalecimento de uma gestão ambiental sustentável, compatível com a realidade das agroindústrias familiares da região.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Agroindústrias: panorama global e importância socioeconômica

As agroindústrias familiares inserem-se em um contexto global de transformações nos sistemas agroalimentares, marcadas pela crescente demanda por alimentos seguros, diversificados e produzidos de forma ambientalmente sustentável, socialmente justa e economicamente viável. Em escala mundial, organismos internacionais reconhecem a agricultura familiar como responsável por parcela significativa da produção de alimentos destinados ao consumo humano, desempenhando papel estratégico na segurança alimentar, na redução da pobreza rural e na manutenção dos meios de vida em áreas agrícolas (FAO, 2017). Nesse cenário, a agroindustrialização em pequena escala surge como mecanismo fundamental para ampliar o valor econômico da produção familiar e fortalecer a inserção dos agricultores nos mercados locais e regionais.

Em diversos países, especialmente em regiões em desenvolvimento, as agroindústrias familiares contribuem para a redução da dependência de cadeias agroalimentares longas e concentradas, favorecendo circuitos curtos de comercialização e sistemas alimentares territorializados. Essas unidades agroindustriais caracterizam-se pela integração entre produção agrícola, processamento e comercialização, frequentemente combinando conhecimentos tradicionais e tecnologias apropriadas à escala familiar, o que favorece a preservação de identidades culturais e práticas produtivas locais (Wilkinson, 2016; FAO, 2017).

No contexto brasileiro, as agroindústrias familiares assumem relevância singular, considerando a expressiva participação da agricultura familiar na produção de alimentos e na ocupação do espaço rural. De acordo com o Censo Agropecuário, a agricultura familiar responde por parcela significativa dos estabelecimentos rurais do país, sendo responsável pela produção de alimentos básicos destinados ao mercado interno (CONTAG, 2023). A agroindustrialização da produção familiar constitui, nesse contexto, uma estratégia essencial para a agregação de valor, a diversificação produtiva e a ampliação da renda das famílias agricultoras, reduzindo a vulnerabilidade econômica associada à comercialização de produtos in natura (Batalha, 2011; Schneider, 2016).

As agroindústrias familiares brasileiras abrangem um amplo conjunto de atividades de beneficiamento e processamento de produtos de origem vegetal e animal, desenvolvidas em unidades de pequena e média escala, geralmente localizadas no próprio meio rural. Esses empreendimentos contribuem para a dinamização das economias locais, ao estimular a geração de

empregos, a circulação de renda nos territórios e a consolidação de arranjos produtivos locais. Além disso, favorecem a inclusão produtiva de mulheres e jovens, ampliando sua participação nas atividades econômicas e fortalecendo o tecido social rural (Mior, 2007; Schneider, 2016).

No âmbito das políticas públicas, o fortalecimento das agroindústrias familiares no Brasil tem sido incentivado por programas voltados à promoção da segurança alimentar, da inclusão produtiva e do desenvolvimento rural sustentável. Iniciativas como o Programa Nacional de Alimentação Escolar e o Programa de Aquisição de Alimentos reconhecem o papel estratégico dessas agroindústrias ao priorizarem a compra de alimentos produzidos e processados por agricultores familiares, estimulando a formalização, a qualificação sanitária e a organização produtiva desses empreendimentos (Brasil, 2014; Brasil, 2020). Tais políticas contribuem para a consolidação das agroindústrias familiares como instrumentos de desenvolvimento territorial.

No Nordeste brasileiro, região historicamente marcada por desigualdades socioeconômicas e vulnerabilidades climáticas, as agroindústrias familiares assumem papel ainda mais relevante. A agroindustrialização da produção familiar representa uma alternativa estratégica para a convivência com o semiárido, ao possibilitar a diversificação das fontes de renda, a valorização da produção local e a redução das perdas agrícolas (REF). Nesse contexto, as agroindústrias familiares contribuem para o fortalecimento da economia rural, a permanência das famílias no campo e a mitigação dos efeitos da sazonalidade climática sobre a renda agrícola (Silva et al., 2018; Schneider, 2016).

No estado do Rio Grande do Norte, as agroindústrias familiares apresentam importância crescente, especialmente em territórios rurais onde a agricultura familiar constitui a principal base econômica (Farias, 2020). A implantação e o fortalecimento dessas unidades agroindustriais têm contribuído para a valorização da produção local, para a inserção dos agricultores em mercados institucionais e regionais e para o fortalecimento de cadeias produtivas territorializadas. Além disso, essas agroindústrias desempenham papel relevante na promoção da segurança alimentar, ao disponibilizarem alimentos produzidos e processados localmente, em consonância com as características culturais e socioeconômicas da população potiguar (AQUINO, 2020).

Apesar de sua relevância, a consolidação das agroindústrias familiares, tanto no Brasil, Nordeste e Rio Grande do Norte, enfrenta desafios estruturais, como o acesso limitado ao crédito, à assistência técnica insuficiente, às dificuldades de adequação às exigências sanitárias e à necessidade de capacitação em gestão e processamento agroindustrial. As normas sanitárias, embora essenciais para a garantia da qualidade e da segurança dos alimentos, muitas vezes não consideram as especificidades da produção em pequena escala, exigindo políticas públicas diferenciadas e apoio institucional contínuo (Brasil, 2002; Brasil, 2020).

Nesse contexto, a atuação de instituições de ensino, pesquisa e extensão torna-se fundamental para apoiar o fortalecimento das agroindústrias familiares. A formação técnica e profissional voltada à agroindustrialização, à gestão de empreendimentos rurais e ao cumprimento das normas sanitárias contribui para a sustentabilidade econômica, social e ambiental desses empreendimentos (SDR/RS, 2025). Instituições públicas de ensino, como os Institutos Federais, desempenham papel estratégico ao articular ensino, pesquisa e extensão, promovendo ações formativas alinhadas às demandas da agricultura familiar e dos territórios rurais (IFRN, 2025).

Dessa forma, as agroindústrias familiares configuram-se como elementos centrais para a construção de sistemas agroalimentares mais inclusivos, resilientes e sustentáveis, ao integrarem produção agrícola, processamento agroindustrial, geração de renda, segurança alimentar e desenvolvimento territorial. A compreensão de sua importância em diferentes escalas, global, nacional, regional e local, é essencial para subsidiar políticas públicas, estratégias de formação profissional e ações voltadas ao fortalecimento da agricultura familiar no contexto contemporâneo (AQUINO, 2020).

2.2 Cadeia produtiva da agricultura familiar

A cadeia produtiva da produção familiar organiza-se em etapas sequenciais e interdependentes, nas quais decisões técnicas adotadas em cada fase repercutem diretamente sobre a qualidade, a segurança alimentar e o valor agregado do produto final. Em sistemas de agricultura familiar, essas etapas são geralmente executadas em pequena escala, com uso de tecnologias apropriadas, mão de obra predominantemente familiar e forte vinculação ao território (REF). De forma sintética, a cadeia produtiva da produção familiar pode ser representada pelo seguinte fluxo operacional, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da cadeia produtiva da produção familiar, representando as principais etapas do processo, desde a produção agrícola até a comercialização, com destaque para as fases de colheita, seleção, higienização, processamento primário, embalagem e armazenamento.



Fonte: Autor (2026)

A etapa de produção agrícola constitui a base da cadeia produtiva e está diretamente relacionada às condições edafoclimáticas, ao manejo adotado e ao uso racional de insumos. Na agricultura familiar, essa fase caracteriza-se pela diversidade produtiva, pelo uso intensivo de mão de obra familiar e, em muitos casos, pela adoção de práticas tradicionais ou de base agroecológica, que influenciam positivamente a qualidade da matéria-prima destinada à agroindustrialização (EMBRAPA/IBGE, 2017).

A colheita representa o primeiro elo do pós-cultivo e deve ser realizada em estágio adequado de maturação, considerando critérios fisiológicos e sanitários. Em sistemas familiares, a colheita manual é predominante, permitindo maior seletividade, porém exigindo cuidados para

evitar danos mecânicos. A adoção de boas práticas nessa etapa contribui para a redução de perdas e para a manutenção da integridade física e nutricional dos produtos (Avilar, 2021).

A seleção e a classificação consistem na triagem dos produtos conforme padrões de qualidade previamente definidos, levando em consideração aspectos como tamanho, coloração, integridade física e ausência de defeitos. Essa etapa é fundamental para a padronização dos lotes, para a melhoria da aceitação comercial e para a eficiência das fases subsequentes da cadeia produtiva. Na agricultura familiar, essa atividade é frequentemente realizada de forma manual, exigindo capacitação técnica para garantir critérios uniformes (Costa, 2015).

A lavagem e a sanitização integram o conjunto de operações destinadas à melhoria das condições higiênico-sanitárias. A lavagem remove sujidades e contaminantes superficiais, enquanto a sanitização reduz a carga microbiana por meio da aplicação de agentes antimicrobianos autorizados. Em agroindústrias familiares, essas etapas devem ser conduzidas com rigor técnico, respeitando parâmetros de concentração, tempo de contato e qualidade da água, de modo a assegurar a inocuidade dos alimentos e a conformidade com a legislação sanitária vigente (Embrapa, 2005; Brasil, 2002).

O processamento primário, que pode incluir operações como descascamento e corte, é realizado conforme o tipo de produto e o destino comercial. Essa etapa agrega valor à produção familiar ao facilitar o consumo e ampliar as possibilidades de inserção no mercado. Entretanto, exige controle rigoroso para evitar a oxidação enzimática, perdas nutricionais e contaminações cruzadas (Schneider et al., 2004). O correto manejo dos resíduos gerados, como cascas e aparas, também se insere como componente importante da sustentabilidade da cadeia produtiva.

A embalagem exerce papel estratégico na cadeia produtiva, ao proteger o produto, facilitar o transporte e prolongar a vida útil. Em sistemas familiares, utilizam-se geralmente embalagens simples, compatíveis com a escala de produção, devendo estas atender aos requisitos de segurança alimentar e rotulagem. A escolha adequada do material de embalagem contribui para a redução de perdas e para a valorização do produto no mercado (SEBRAE, 2015).

O armazenamento ocorre, preferencialmente, sob condições controladas de temperatura e umidade, com o objetivo de retardar processos fisiológicos e microbiológicos responsáveis pela deterioração. Em agroindústrias familiares, a limitação de infraestrutura pode representar um desafio, tornando essencial o uso racional de tecnologias acessíveis, como câmaras frias comunitárias ou sistemas de armazenamento adaptados, que contribuam para a manutenção da qualidade e a redução de perdas pós-processamento (Silva, 2000).

Por fim, a comercialização representa a etapa final da cadeia produtiva e está diretamente relacionada ao êxito das fases anteriores. Na agricultura familiar, os produtos oriundos de

agroindústrias familiares são frequentemente destinados a mercados locais, feiras, cooperativas e programas institucionais, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar e o Programa de Aquisição de Alimentos (Passini, 2024). A inserção nesses mercados exige regularidade de fornecimento, padronização da qualidade e atendimento às normas sanitárias, reforçando a importância da organização da cadeia produtiva como um todo.

Assim, a cadeia produtiva da produção familiar caracteriza-se pela integração entre produção agrícola, processamento e comercialização, sendo fundamental para a agregação de valor, a redução de perdas, a geração de renda e o fortalecimento da agricultura familiar. A compreensão técnica e operacional de suas etapas permite identificar pontos críticos de controle e orientar ações de capacitação, assistência técnica e políticas públicas voltadas à sustentabilidade das agroindústrias familiares (CENCI, 2022).

2.3 Impactos ambientais associados às agroindústrias familiares

As agroindústrias familiares, embora desempenhem papel relevante na agregação de valor à produção agrícola e no fortalecimento da agricultura familiar, também estão associadas a diferentes impactos ambientais ao longo de sua cadeia produtiva. Esses impactos manifestam-se principalmente no consumo de recursos naturais, na geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos, no uso de energia e nas emissões atmosféricas, exigindo atenção quanto à adoção de práticas produtivas mais sustentáveis (Bonnot, 2024).

O consumo de água constitui um dos principais pontos críticos ambientais das agroindústrias familiares, especialmente nas etapas de lavagem, higienização, branqueamento e processamento primário. Essas operações demandam volumes expressivos de água potável, o que pode intensificar a pressão sobre mananciais hídricos locais, sobretudo em regiões com escassez hídrica (PINHEIRO, 2015). Além disso, os efluentes gerados apresentam elevada carga de matéria orgânica, sólidos em suspensão e resíduos químicos, podendo provocar a redução do oxigênio dissolvido em corpos d'água, afetar organismos aquáticos e comprometer a qualidade do solo quando descartados de forma inadequada (Raffo, 2022). A ausência ou a deficiência de sistemas de tratamento de efluentes em pequenas agroindústrias agrava esses impactos, tornando-se um desafio recorrente no meio rural.

Outro impacto ambiental relevante refere-se ao consumo de energia ao longo dos processos agroindustriais. Operações como secagem, refrigeração, congelamento e armazenamento em ambientes controlados demandam elevado aporte energético, frequentemente suprido por fontes não renováveis, como eletricidade de matriz fóssil ou combustíveis derivados do petróleo. Esse

padrão de consumo contribui para a emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono e amônia, os quais afetam a qualidade do ar e intensificam o aquecimento global. Estudos indicam que sistemas produtivos baseados em ambientes controlados podem apresentar potencial de aquecimento global significativamente superior à produção em campo aberto, ampliando a pegada de carbono das agroindústrias, mesmo em pequena escala (Bonnot, 2024).

Os impactos ambientais das agroindústrias familiares também estão associados, de forma indireta, às práticas agrícolas utilizadas na produção das matérias-primas. Sistemas agrícolas intensivos, quando adotados sem planejamento ambiental, podem resultar em degradação do solo, contaminação de recursos hídricos e redução da biodiversidade. O uso excessivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos favorece a lixiviação de nutrientes e contaminantes para aquíferos subterrâneos e cursos d'água, além de provocar desequilíbrios ecológicos nos agroecossistemas (Ferreira, 2024). Em determinados contextos, a expansão de áreas agrícolas para suprir demandas agroindustriais também pode contribuir para processos de desmatamento e fragmentação de habitats naturais.

A geração de resíduos sólidos constitui outro desafio ambiental relevante nas agroindústrias familiares. Resíduos orgânicos oriundos do processamento, bem como materiais de embalagem, como plásticos, papelão e metais, quando não manejados adequadamente, podem causar impactos significativos ao ambiente. A disposição inadequada ou a queima de resíduos orgânicos contribui para a poluição atmosférica e para a emissão de gases nocivos à saúde humana, enquanto o descarte incorreto de embalagens plásticas pode resultar na contaminação do solo e de ambientes aquáticos, afetando a fauna e os ecossistemas (Bonnot, 2024). Embora os resíduos orgânicos apresentem elevado potencial de reaproveitamento, por meio da compostagem ou da produção de biofertilizantes, a adoção dessas práticas ainda é limitada em muitos empreendimentos familiares (RODRIGUES, 2020).

Apesar dos impactos identificados, é importante destacar que as agroindústrias familiares também apresentam potencial significativo para a adoção de práticas ambientalmente mais sustentáveis. A utilização racional da água, a implementação de sistemas simplificados de tratamento de efluentes, o uso de fontes renováveis de energia, o reaproveitamento de resíduos orgânicos e a substituição de embalagens convencionais por alternativas biodegradáveis configuram estratégias viáveis para a mitigação dos impactos ambientais (MAPA, 2004). A integração dessas práticas à gestão das agroindústrias familiares contribui para a redução da pressão sobre os recursos naturais e para a promoção de modelos produtivos mais sustentáveis no meio rural.

Nesse sentido, a atuação de políticas públicas, programas de assistência técnica e ações de capacitação torna-se fundamental para apoiar a transição das agroindústrias familiares para padrões produtivos ambientalmente responsáveis. O fortalecimento de iniciativas voltadas à sustentabilidade ambiental permite conciliar os benefícios socioeconômicos dessas agroindústrias com a conservação dos recursos naturais, contribuindo para o desenvolvimento rural sustentável em diferentes escalas territoriais (Gazolla, 2025).

2.4 Gestão de resíduos sólidos orgânicos nas agroindústrias

A gestão de resíduos sólidos orgânicos nas agroindústrias familiares configura-se como um elemento central para a mitigação de impactos ambientais e para a promoção de sistemas produtivos mais sustentáveis, especialmente em contextos de pequena escala produtiva, nos quais a limitação de infraestrutura exige soluções técnicas adequadas e de baixo custo (Brasil, 2010; Embrapa, 2019). Esses resíduos, gerados principalmente nas etapas de beneficiamento e processamento agroindustrial, apresentam elevado potencial de reaproveitamento, desde que manejados de forma planejada e em conformidade com a legislação ambiental vigente (ABNT, 2024; Brasil, 2022).

Conforme ilustrado na Figura 2, práticas sustentáveis como a compostagem, o reaproveitamento agrícola dos resíduos orgânicos e a adoção dos princípios da economia circular possibilitam a redução do volume de resíduos destinados à disposição final, a diminuição das emissões de gases de efeito estufa e o retorno da matéria orgânica ao solo, contribuindo para a melhoria da fertilidade, da estrutura do solo e da qualidade ambiental (FAO, 2017; Bonnot, 2024). Assim, pode-se dizer que a integração entre geração, tratamento e reaproveitamento dos resíduos constitui uma estratégia fundamental para a sustentabilidade ambiental das agroindústrias familiares, ao alinhar eficiência produtiva, responsabilidade ambiental e atendimento às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010; Brasil, 2022).

Figura 2 – Esquema representativo da gestão de resíduos sólidos orgânicos em agroindústrias familiares, destacando práticas sustentáveis como compostagem, reaproveitamento agrícola dos resíduos e integração aos princípios da economia circular.



Fonte: Autores (2026)

As práticas de manejo de resíduos sólidos orgânicos nas agroindústrias variam amplamente, coexistindo procedimentos considerados ambientalmente inadequados e estratégias alinhadas às normas técnicas e à legislação vigente. Entre as práticas inadequadas, destaca-se a queima de resíduos vegetais a céu aberto, ainda observada em alguns contextos rurais, a qual contribui significativamente para a emissão de poluentes atmosféricos, como material particulado e gases tóxicos, além de intensificar o efeito estufa (Silva et al, 2018). Outra prática recorrente é o descarte de resíduos orgânicos em aterros sanitários sem tratamento prévio, o que resulta na decomposição anaeróbia da matéria orgânica e na liberação de metano, um gás de efeito estufa com elevado potencial de aquecimento global. Soma-se a isso o descarte conjunto de resíduos orgânicos e inorgânicos, que dificulta a reciclagem, aumenta o risco de contaminação do solo e dos recursos hídricos e compromete a eficiência dos sistemas de disposição final (CATI-SP, 2021).

Em contraposição, diversas práticas sustentáveis vêm sendo recomendadas e adotadas como alternativas ambientalmente adequadas para a gestão de resíduos sólidos orgânicos nas agroindústrias. A compostagem destaca-se como uma das estratégias mais eficazes, ao permitir a transformação de resíduos orgânicos, como cascas, restos vegetais e subprodutos do processamento, em adubo orgânico estável e rico em nutrientes. Esse processo contribui para a eliminação de patógenos, a redução de odores, o controle de pragas e a valorização dos resíduos como insumos agrícolas, favorecendo o retorno da matéria orgânica ao solo e o fechamento de ciclos biogeoquímicos (EMBRAPA, 2016).

Outra prática relevante consiste no reaproveitamento direto dos resíduos orgânicos na própria propriedade agrícola, por meio da aplicação como adubação orgânica ou condicionador de solo, desde que observados critérios técnicos e sanitários (Silva et al, 2018). Além disso, os resíduos podem ser destinados à venda, doação ou parceria com outras empresas e cooperativas que atuam na reciclagem ou no reaproveitamento industrial, ampliando as possibilidades de geração de renda e de integração entre diferentes cadeias produtivas. A implementação de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) também se configura como ferramenta fundamental, pois permite diagnosticar, quantificar, monitorar e controlar o manejo dos resíduos, promovendo a redução na

fonte, a reutilização e a reciclagem, em consonância com os princípios da economia circular (EMBRAPA, 2020).

A gestão de resíduos sólidos orgânicos nas agroindústrias é regulamentada por um conjunto de leis, decretos e normas técnicas que orientam as práticas de manejo e asseguram a proteção ambiental. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece princípios, objetivos e instrumentos voltados à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, incluindo a priorização da não geração, da redução, da reutilização, da reciclagem e do tratamento dos resíduos orgânicos. Essa legislação também incentiva a implantação de sistemas de compostagem e a adoção da coleta seletiva, além de definir responsabilidades compartilhadas entre geradores, poder público e sociedade.

O Decreto nº 10.936/2022, que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos, reforça a obrigatoriedade da elaboração e implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para diferentes atividades produtivas, incluindo as agroindústrias. Esse instrumento torna-se essencial para orientar o manejo adequado dos resíduos orgânicos, estabelecer procedimentos operacionais e garantir a conformidade ambiental dos empreendimentos agroindustriais.

No âmbito normativo, a ABNT NBR 10.004:2024 estabelece critérios para a classificação dos resíduos sólidos quanto à sua periculosidade, abrangendo resíduos orgânicos gerados em agroindústrias. Essa norma fornece diretrizes técnicas para o acondicionamento, o armazenamento, o transporte e a disposição final dos resíduos, contribuindo para a mitigação de riscos ambientais e à saúde pública. Complementarmente, a Lei nº 6.894/1980 regulamenta a inspeção e a fiscalização do uso de fertilizantes e biofertilizantes, incluindo aqueles produzidos a partir da compostagem de resíduos vegetais, assegurando a qualidade e a segurança desses produtos quando destinados à aplicação agrícola.

A Resolução CONAMA nº 481/2017 estabelece critérios e procedimentos para a compostagem de resíduos orgânicos, definindo parâmetros ambientais que asseguram a eficiência do processo e a qualidade do composto final. Essa normativa contribui para a padronização das práticas de reaproveitamento de resíduos vegetais, estimulando sua adoção como alternativa ambientalmente adequada no contexto das agroindústrias.

Sabe-se que, a gestão de resíduos sólidos orgânicos nas agroindústrias, especialmente nas agroindústrias familiares, deve ser compreendida como um componente estratégico da sustentabilidade produtiva. A adoção de práticas adequadas, aliada ao cumprimento da legislação vigente e ao apoio de políticas públicas e assistência técnica, possibilita a redução dos impactos ambientais, o aproveitamento eficiente dos resíduos e a consolidação de modelos agroindustriais

alinhados aos princípios do desenvolvimento sustentável e da economia circular (AMARAL, B. C. et al).

2.5 Tratamento e reuso de efluentes nas agroindústrias familiares

O tratamento e o reuso de efluentes nas agroindústrias familiares constituem aspectos fundamentais para a gestão ambiental e para a sustentabilidade dos sistemas agroindustriais, especialmente em contextos de pequena escala produtiva e em regiões com restrições hídricas. Nessas agroindústrias, os efluentes líquidos são gerados principalmente nas etapas de lavagem, higienização e sanitização das matérias-primas, bem como na limpeza de equipamentos, instalações e utensílios. A água utilizada nesses processos passa a conter elevadas concentrações de matéria orgânica, sólidos suspensos, nutrientes, resíduos químicos e microrganismos, caracterizando-se como um efluente com potencial poluidor significativo quando descartado sem tratamento adequado (Ferreira et al., 2022).

A composição dos efluentes agroindustriais familiares varia de acordo com o tipo de produto processado, as tecnologias empregadas e as práticas operacionais adotadas. Em geral, esses efluentes apresentam altos valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), indicando elevada carga orgânica biodegradável, além de concentrações relevantes de sólidos suspensos totais, nutrientes como nitrogênio e fósforo, variações de pH, turbidez e presença de resíduos de sanitizantes, como cloro residual. Do ponto de vista microbiológico, a presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes e elevada carga microbiana reforça a necessidade de tratamento prévio antes do lançamento em corpos hídricos ou do reuso da água (Ferreira et al., 2022; Silva et al., 2020).

O monitoramento sistemático desses parâmetros físico-químicos e biológicos é essencial para avaliar a eficiência dos sistemas de tratamento adotados e garantir o atendimento aos padrões ambientais estabelecidos pela legislação. Em agroindústrias familiares, esse controle torna-se ainda mais relevante, uma vez que a ausência de tratamento adequado pode resultar em contaminação do solo, dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, além de impactos negativos à saúde humana e aos ecossistemas locais (Silva et al, 2018).

O tratamento de efluentes nas agroindústrias familiares geralmente envolve a combinação de diferentes etapas físicas, químicas e biológicas, adaptadas à escala de produção e à capacidade técnica e financeira dos empreendimentos. Inicialmente, processos físicos como a decantação e o peneiramento são utilizados para a remoção de sólidos grosseiros e materiais sedimentáveis. Em seguida, etapas de filtração permitem a retenção de partículas menores, contribuindo para a redução

da carga de sólidos suspensos. O tratamento biológico constitui a etapa central do processo, podendo ser realizado por sistemas aeróbios ou anaeróbios, nos quais microrganismos promovem a degradação da matéria orgânica, resultando em reduções significativas de DBO e DQO (Andrade et al., 2024).

Entre as tecnologias de tratamento biológico, os reatores anaeróbios do tipo UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) destacam-se pela eficiência no tratamento de efluentes agroindustriais, pela produção reduzida de lodo e pela possibilidade de geração de biogás, o que representa um potencial adicional de aproveitamento energético. Esses sistemas são particularmente adequados para agroindústrias familiares, por apresentarem custos operacionais relativamente baixos e boa adaptação a efluentes com elevada carga orgânica (Andrade et al., 2024).

Após o tratamento, o reuso dos efluentes tratados surge como uma alternativa estratégica para a redução do consumo de água potável e para o uso racional dos recursos hídricos nas agroindústrias familiares. A água tratada pode ser reutilizada em atividades que não demandem padrão de potabilidade, como lavagem de pisos e pátios, irrigação de áreas verdes, cultivo agrícola e, em alguns casos, em etapas específicas do próprio processo produtivo, desde que atendidos os critérios técnicos e sanitários estabelecidos pela legislação (Silva et al., 2020).

No Brasil, o tratamento e o reuso de efluentes são regulamentados por dispositivos legais que visam assegurar a proteção ambiental e a saúde pública. A Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece condições, parâmetros e padrões para o lançamento de efluentes tratados em corpos hídricos, além de orientar práticas de reuso. Complementarmente, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, reforça a necessidade de manejo ambientalmente adequado dos resíduos líquidos e sólidos, incentivando o uso eficiente da água e a adoção de tecnologias que minimizem impactos ambientais (MMA, 2020).

Dessa forma, a implementação de sistemas adequados de tratamento e reuso de efluentes nas agroindústrias familiares contribui para a redução da pressão sobre os recursos hídricos, a mitigação de impactos ambientais e a promoção de práticas produtivas mais sustentáveis. A adoção dessas estratégias, associada ao cumprimento da legislação vigente e ao apoio de políticas públicas e assistência técnica, fortalece a sustentabilidade ambiental e econômica das agroindústrias familiares, especialmente em regiões com escassez de água e elevada vulnerabilidade ambiental (CIBIOGAS, 2024).

2.6 Sustentabilidade hídrica no semiárido e desafios para o setor

A sustentabilidade hídrica constitui um dos principais desafios para o desenvolvimento socioeconômico do semiárido brasileiro, região marcada por elevada variabilidade climática, baixos índices pluviométricos, altas taxas de evapotranspiração e recorrência de períodos prolongados de estiagem. No estado do Rio Grande do Norte, em especial na região do Alto Oeste Potiguar, essas condições naturais são agravadas pela limitada capacidade de armazenamento hídrico e pela dependência de reservatórios superficiais, muitos dos quais apresentam níveis críticos de volume. Em 2025, diversos reservatórios da região operaram com aproximadamente 15% de sua capacidade total, levando à decretação de situação de emergência hídrica em vários municípios e impactando diretamente as atividades produtivas, incluindo o funcionamento das agroindústrias (Carvalho, 2025).

Nesse contexto, o setor agroindustrial, particularmente aquele vinculado à agricultura familiar, enfrenta desafios significativos relacionados ao acesso, à gestão e ao uso eficiente da água. A fruticultura irrigada, atividade de grande relevância econômica no semiárido nordestino, responde por cerca de 70% da demanda hídrica regional, exercendo forte pressão sobre os recursos disponíveis. A competição pelo uso da água entre abastecimento humano, irrigação agrícola e atividades agroindustriais torna-se mais intensa em períodos de seca, exigindo estratégias integradas de gestão hídrica que conciliem produção, sustentabilidade ambiental e segurança hídrica (Carvalho, 2025).

Diante desse cenário, a adoção de práticas voltadas à eficiência no uso da água e ao reaproveitamento de efluentes assume papel estratégico para a sustentabilidade das agroindústrias no semiárido. O reuso de efluentes tratados, obtido por meio de processos físicos, físico-químicos ou biológicos, permite a reutilização da água em atividades como lavagem de áreas externas, resfriamento de equipamentos e irrigação de culturas não alimentares, reduzindo a dependência de fontes externas de captação. Paralelamente, a implementação de Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SGRH) nas agroindústrias, envolvendo planejamento de metas, monitoramento contínuo da qualidade da água, controle de perdas e adequação às normas de outorga e cobrança pelo uso, contribui para a racionalização do consumo hídrico e para a redução de desperdícios (Nunes; Ribeiro, 2026).

Tecnologias de baixo custo e fácil adaptação também desempenham papel relevante na mitigação dos efeitos da escassez hídrica. Métodos alternativos de limpeza industrial, como a lavagem a vapor ou a seco, podem reduzir o consumo de água em até 60% em determinados processos, representando uma alternativa viável para agroindústrias familiares em contextos de restrição hídrica severa (Pinheiro, 2025). Essas soluções, quando associadas à capacitação técnica e

ao planejamento operacional, fortalecem a resiliência das unidades produtivas frente às variações climáticas.

Além das estratégias aplicadas diretamente aos processos agroindustriais, diversas tecnologias sociais e infraestruturais vêm sendo utilizadas para ampliar a disponibilidade hídrica no meio rural do semiárido. Cisternas rurais e barragens subterrâneas, por exemplo, possibilitam a captação e o armazenamento de água das chuvas, contribuindo para a elevação do lençol freático e para o suprimento hídrico em períodos de estiagem. Projetos governamentais também têm promovido a implantação de dessalinizadores em áreas com predominância de solos cristalinos, garantindo o acesso à água em comunidades rurais historicamente vulneráveis, bem como a adoção de sistemas de irrigação mais eficientes, que reduzem perdas por evaporação e percolação (Santos, 2017).

A sustentabilidade hídrica no semiárido está igualmente associada à adoção de boas práticas de manejo do solo e da paisagem. Técnicas como sulcos barrados pós-plantio e sistemas de captação e infiltração de água da chuva, a exemplo do método Guimarães Duque, contribuem para o aumento da infiltração hídrica, a redução do escoamento superficial e a diminuição das perdas por evapotranspiração. Essas práticas são especialmente relevantes para agroindústrias familiares que processam produtos regionais, como geleias e licores, ao favorecerem a manutenção da produção mesmo em períodos de escassez hídrica prolongada (Duque, 2026).

A conservação e a recuperação da vegetação nativa da Caatinga também desempenham papel fundamental na sustentabilidade hídrica do semiárido potiguar. No Rio Grande do Norte, esse bioma ocupa aproximadamente 95% do território estadual e encontra-se submetido a processos de degradação e desertificação, que agravam a escassez de água. A recuperação de Áreas de Preservação Permanente e de nascentes contribui para a proteção dos recursos hídricos, para a melhoria da infiltração da água no solo e para a geração de oportunidades econômicas associadas à restauração ambiental, fortalecendo a base hídrica necessária à produção agroindustrial sustentável (Silva, 2017).

Vale destacar que, a gestão descentralizada dos recursos hídricos, baseada na abordagem por bacias hidrográficas, configura-se como estratégia essencial para integrar agroindústrias familiares às políticas de convivência com o semiárido. Essa abordagem favorece a articulação entre poder público, produtores rurais e agroindústrias, promovendo o uso racional da água, a prevenção de conflitos pelo recurso hídrico e a construção de soluções adaptadas às especificidades territoriais. Assim, a sustentabilidade hídrica no semiárido não depende apenas da ampliação da oferta de água, mas da combinação entre gestão eficiente, tecnologias apropriadas, conservação ambiental e

fortalecimento das capacidades locais, assegurando a continuidade das atividades agroindustriais em bases ambientalmente sustentáveis (Duque, 2026).

2.7 Normas e legislações ambientais aplicadas às agroindústrias

As principais legislações brasileiras que regulam o manejo de resíduos sólidos e efluentes líquidos na agroindústria de frutos e hortaliças constituem um arcabouço normativo fundamental para a proteção ambiental, a segurança sanitária dos alimentos e a sustentabilidade dos processos produtivos (CATI-SP, 2021). Essas normas orientam desde a geração e o tratamento de resíduos até o lançamento ou reuso de efluentes, estabelecendo responsabilidades, limites técnicos e critérios operacionais que devem ser observados pelas agroindústrias, inclusive aquelas de pequeno porte e de base familiar.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos gerados pelas atividades agroindustriais. Essa legislação determina a obrigatoriedade da elaboração e implementação de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para empreendimentos que geram resíduos em quantidade ou características que possam causar impactos ambientais. No contexto das agroindústrias de frutos e hortaliças, a PNRS incentiva a não geração, a redução, o reaproveitamento, a reciclagem e o tratamento dos resíduos orgânicos e inorgânicos, priorizando a compostagem e outras formas de valorização dos resíduos vegetais. Além disso, a lei reforça o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e promove a adoção de práticas alinhadas à economia circular.

No que se refere aos efluentes líquidos, a Resolução CONAMA nº 430/2011 dispõe sobre as condições, parâmetros e padrões para o lançamento de efluentes tratados em corpos d'água, complementando a Resolução CONAMA nº 357/2005. Essa normativa exige que os efluentes gerados pelas agroindústrias sejam submetidos a tratamento prévio, de modo a reduzir a carga poluidora antes do descarte, especialmente no que diz respeito à Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), sólidos suspensos totais, nutrientes como nitrogênio e fósforo, óleos e graxas, além de substâncias potencialmente tóxicas. O atendimento a esses parâmetros é essencial para prevenir a degradação dos recursos hídricos, proteger os ecossistemas aquáticos e assegurar a disponibilidade de água para múltiplos usos (CONAMA, 2011).

Complementarmente, as diretrizes da Vigilância Sanitária, estabelecidas por meio de resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), definem exigências rigorosas

para o controle higiênico-sanitário dos alimentos e dos ambientes de processamento. Essas normas orientam os procedimentos de limpeza, lavagem e sanitização das matérias-primas, equipamentos e instalações, garantindo que os processos adotados nas agroindústrias de frutos e hortaliças não comprometam a inocuidade dos alimentos nem representem riscos à saúde do consumidor. As Boas Práticas de Fabricação (BPF), exigidas pela legislação sanitária, incluem o uso de água potável, o controle adequado de resíduos e efluentes, a correta manipulação dos produtos e o manejo seguro de produtos químicos utilizados na higienização.

Além dessas normativas, outras legislações e normas técnicas complementam o marco regulatório ambiental e sanitário aplicável às agroindústrias, como o Decreto nº 10.936/2022, que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a exemplo da NBR 10.004, que classifica os resíduos sólidos quanto à sua periculosidade. Essas regulamentações reforçam a necessidade de segregação adequada dos resíduos, acondicionamento seguro, transporte correto e destinação ambientalmente apropriada, contribuindo para a mitigação de impactos ambientais e para a conformidade legal dos empreendimentos agroindustriais (BRASIL, 2022).

Dessa forma, o cumprimento do conjunto de legislações ambientais e sanitárias aplicáveis ao manejo de resíduos e efluentes nas agroindústrias de frutos e hortaliças é essencial para assegurar a sustentabilidade dos processos produtivos, a proteção dos recursos naturais e a segurança alimentar. Para as agroindústrias familiares, em especial, a adequação a essas normas representa não apenas uma exigência legal, mas também uma oportunidade de qualificação dos processos, acesso a mercados institucionais e fortalecimento de modelos produtivos alinhados aos princípios do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2006).

2.8 Boas práticas de fabricação (BPF) e sua relação com o meio ambiente

As Boas Práticas de Fabricação (BPF) constituem um instrumento essencial para a garantia da qualidade higiênico-sanitária dos alimentos e para a redução dos impactos ambientais associados aos processos agroindustriais. Na agroindústria de frutos e hortaliças, a adoção das BPF promove a padronização das etapas produtivas, o uso racional da água, a diminuição de desperdícios e o manejo adequado de resíduos sólidos e efluentes, contribuindo para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental. Conforme ilustrado na Figura 3, a aplicação sistemática das BPF integra ações de higienização, organização dos processos, controle sanitário e gestão ambiental, permitindo a redução do consumo de recursos naturais, a minimização da geração de resíduos e a mitigação

dos riscos de contaminação do solo, da água e do ar, especialmente em agroindústrias familiares de pequena escala (ANVISA, 2002).

Figura 3 – Representação esquemática das Boas Práticas de Fabricação (BPF) na agroindústria de frutos e hortaliças, evidenciando a integração entre controle higiênico-sanitário, uso racional da água, manejo de resíduos e redução de impactos ambientais.



Fonte: Autores (2025)

A implementação das BPF promove a otimização de etapas críticas do processo produtivo, como lavagem, higienização e sanitização das matérias-primas, equipamentos e instalações. O controle rigoroso da potabilidade da água, da frequência de limpeza e da dosagem adequada de produtos sanitizantes reduz desperdícios, evita o uso excessivo de insumos químicos e diminui a necessidade de retrabalho. Como consequência, ocorre uma redução significativa no consumo de água e na geração de efluentes com elevada carga orgânica e química, o que impacta positivamente o meio ambiente (Brasil, 2008).

Outro aspecto relevante das BPF refere-se ao manejo adequado dos resíduos sólidos e líquidos gerados durante o processamento agroindustrial. Ao estabelecer procedimentos padronizados para a segregação, o acondicionamento e a destinação correta dos resíduos, as BPF contribuem para a prevenção da contaminação do solo, da água e do ar. No caso dos resíduos orgânicos, as boas práticas favorecem seu reaproveitamento, por meio da compostagem ou do uso como insumo agrícola, alinhando a produção agroindustrial aos princípios da economia circular e da sustentabilidade ambiental (Embrapa, 2016).

O controle sanitário proporcionado pelas BPF também está diretamente relacionado à eficiência no uso da água. Ao garantir que a água empregada nos processos seja tratada e monitorada adequadamente, reduz-se a necessidade de descartes frequentes e possibilita-se o reuso seguro em atividades que não exigem padrão de potabilidade, como a limpeza de áreas externas e

o resfriamento de equipamentos, desde que respeitados os limites legais. Essa prática contribui para a conservação dos recursos hídricos e para a diminuição da pressão sobre mananciais, especialmente em regiões sujeitas à escassez hídrica (Brasil, 2008).

Além disso, a padronização dos processos produtivos e o monitoramento contínuo, previstos nas BPF, resultam em maior eficiência operacional e menor ocorrência de falhas ao longo da cadeia de produção. A redução de perdas de matéria-prima, de produtos fora de especificação e de retrabalho implica menor geração de resíduos e menor consumo de energia e insumos, refletindo diretamente na diminuição do impacto ambiental das agroindústrias de frutos e hortaliças. Dessa forma, as BPF contribuem não apenas para a qualidade e a segurança dos alimentos, mas também para a eficiência produtiva e a sustentabilidade ambiental dos empreendimentos (PAZINATO, 2021).

No contexto das agroindústrias familiares, a adoção das Boas Práticas de Fabricação assume importância ainda maior, pois possibilita a adequação às exigências legais e sanitárias com soluções técnicas compatíveis com a pequena escala de produção. A implementação das BPF favorece o acesso a mercados institucionais e formais, ao mesmo tempo em que incentiva práticas ambientalmente responsáveis, fortalecendo modelos de produção que conciliam segurança alimentar, viabilidade econômica e conservação ambiental (Schneider; Mattei; Gazolla, 2004).

Assim, as Boas Práticas de Fabricação configuram-se como um instrumento estratégico para integrar qualidade sanitária e proteção ambiental na agroindústria de frutos e hortaliças. Sua aplicação sistemática contribui para a redução dos impactos ambientais, para o uso eficiente dos recursos naturais e para a consolidação de sistemas agroindustriais mais sustentáveis, alinhados às diretrizes do desenvolvimento sustentável e às demandas contemporâneas por alimentos seguros e produzidos de forma responsável (SEBRAE, 2015).

2.9 Tecnologias limpas, inovação e o papel das agroindústrias familiares no desenvolvimento regional sustentável

A incorporação de tecnologias limpas e de processos inovadores nas agroindústrias familiares tem se consolidado como um eixo estratégico para a promoção da sustentabilidade ambiental, da eficiência produtiva e do desenvolvimento regional, especialmente em sistemas agroalimentares de pequena escala (FAO, 2017; Schneider, 2016). No contexto da agroindústria de frutos e hortaliças, essas tecnologias contribuem para a redução do consumo de recursos naturais, a minimização da geração de resíduos e efluentes e o fortalecimento da competitividade dos empreendimentos vinculados à agricultura familiar (Batalha, 2011).

Entre as principais inovações aplicáveis às agroindústrias familiares destacam-se os sistemas de recirculação e reuso de água, que permitem o tratamento e a reutilização da água empregada em processos de lavagem, higienização e sanitização. Essas tecnologias reduzem significativamente a demanda por captação de água potável e os volumes de efluentes gerados, aspecto particularmente relevante em regiões semiáridas, onde a escassez hídrica impõe limites à atividade produtiva (Silva et al., 2020; ANA, 2022). Associada a essas práticas, a adoção de equipamentos com maior eficiência energética contribui para a redução do consumo de energia elétrica e para o aumento da produtividade, favorecendo a sustentabilidade econômica das agroindústrias familiares (Batalha, 2011).

A valorização de resíduos agroindustriais por meio de tecnologias de secagem e reaproveitamento constitui outra inovação relevante no âmbito das agroindústrias familiares. A secagem de resíduos orgânicos reduz o volume e a umidade dos subprodutos gerados, facilitando o armazenamento, o transporte e o reaproveitamento em diferentes cadeias produtivas, como a produção de fertilizantes orgânicos, rações ou bioenergia. Essa estratégia contribui para a redução do desperdício, para o fechamento de ciclos produtivos e para a adoção de princípios da economia circular no meio rural (Embrapa, 2019; Bonnot, 2024).

No campo energético, a utilização de fontes renováveis, especialmente a energia solar fotovoltaica, vem sendo amplamente recomendada para agroindústrias familiares, sendo aplicada no fornecimento de energia para sistemas de refrigeração, bombeamento de água e aquecimento. A adoção dessa tecnologia reduz a dependência de combustíveis fósseis, diminui as emissões de gases de efeito estufa e promove maior autonomia energética, especialmente em áreas rurais com limitações de infraestrutura elétrica (FAO, 2017; MMA, 2020).

As inovações também se estendem ao uso de embalagens ambientalmente adequadas. A substituição de embalagens convencionais por materiais biodegradáveis, compostáveis ou recicláveis reduz os impactos ambientais associados ao descarte de resíduos plásticos, além de atender às exigências de mercados consumidores cada vez mais atentos à sustentabilidade dos produtos agroalimentares. Essa adequação contribui para a agregação de valor e para a inserção das agroindústrias familiares em mercados diferenciados e institucionais (Wilkinson, 2016; Brasil, 2014).

A automação de processos e o uso de sensores para monitoramento ambiental representam avanços tecnológicos relevantes mesmo em sistemas de pequena escala. Sensores de temperatura, umidade, qualidade da água e condições de armazenamento possibilitam o controle em tempo real dos processos produtivos, prevenindo perdas, otimizando o uso de insumos e reduzindo riscos sanitários e ambientais. Essas tecnologias fortalecem a gestão das agroindústrias familiares e

favorecem a tomada de decisão baseada em dados, contribuindo para a eficiência produtiva e ambiental (Embrapa, 2019).

A adoção integrada dessas tecnologias limpas e inovações reflete-se diretamente no papel das agroindústrias familiares no desenvolvimento regional sustentável. No Nordeste brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte e no Vale do São Francisco, o setor agroindustrial vinculado à produção e ao processamento de frutos e hortaliças desempenha papel relevante na geração de emprego e renda, na dinamização das economias locais e na redução do êxodo rural, impulsionado pelo uso de tecnologias de irrigação e inovação produtiva (IBGE, 2019; Schneider, 2016).

Além dos benefícios socioeconômicos, a incorporação de práticas sustentáveis nas agroindústrias familiares eleva a competitividade do setor ao reduzir custos operacionais, atender às exigências sanitárias e ambientais e possibilitar o acesso a mercados nacionais e internacionais mais exigentes. Essas práticas alinham-se diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial ao ODS 6, ao promover o uso eficiente e o reuso da água; ao ODS 12, ao incentivar padrões responsáveis de produção e consumo; e ao ODS 15, ao contribuir para a conservação do solo, da biodiversidade e dos ecossistemas terrestres (ONU, 2015).

Dessa forma, as agroindústrias familiares, ao incorporarem tecnologias limpas e inovações apropriadas à sua realidade produtiva, assumem papel estratégico na construção de modelos de desenvolvimento regional sustentável, conciliando eficiência econômica, responsabilidade ambiental e inclusão social, e fortalecendo a agricultura familiar frente aos desafios ambientais e climáticos contemporâneos (FAO, 2017; Schneider, 2016).

É sabido que a utilização de indicadores ambientais simples, como consumo específico de água, geração de resíduos por unidade processada e adoção de práticas de reaproveitamento, constitui ferramenta estratégica para o monitoramento do desempenho ambiental das agroindústrias familiares. Esses indicadores permitem diagnósticos objetivos, auxiliam na tomada de decisão e favorecem a adequação progressiva às exigências ambientais, especialmente em contextos de limitada capacidade técnica e financeira (EMBRAPA, 2005).

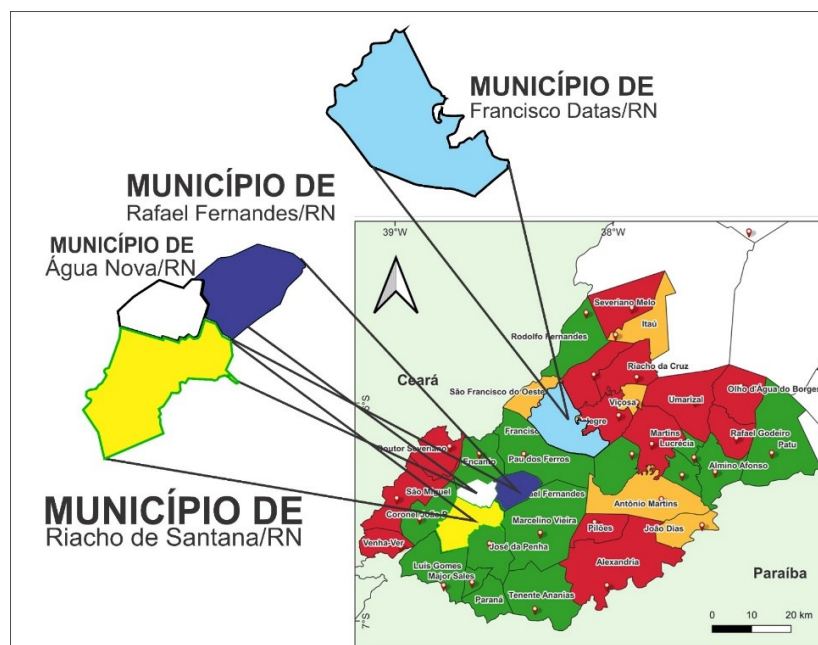
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

A presente pesquisa foi desenvolvida no período de outubro de 2025 à janeiro de 2026, em 15 unidades produtivas vinculadas à agricultura familiar e à agroindustrialização de hortaliças, localizadas nos municípios de Água Nova, Rafael Fernandes, Riacho de Santana e Francisco Dantas, situados na região do Alto Oeste Potiguar, no estado do Rio Grande do Norte. A escolha dessas áreas de estudo fundamenta-se na expressiva presença de agroindústrias familiares voltadas ao processamento de hortaliças e na relevância socioeconômica dessas atividades em um contexto marcado por limitações ambientais, especialmente relacionadas à escassez hídrica e à fragilidade dos ecossistemas do semiárido.

Os municípios de Água Nova, Rafael Fernandes, Riacho de Santana e Francisco Dantas, localizados no Alto Oeste Potiguar (RN) e na bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, compartilham condições semiáridas típicas do Nordeste, com chuvas irregulares e concentradas nos primeiros meses do ano, intercaladas por secas prolongadas, temperaturas elevadas, relevo suave a ondulado (altitudes de 200-400 m na Depressão Sertaneja) e vegetação de Caatinga de pequeno porte adaptada à escassez hídrica. Seus solos rasos condicionam a produção agrícola à irrigação, sustentando economias baseadas na agricultura familiar e pequenas agroindústrias. Água Nova e Riacho de Santana destacam-se no cultivo de hortaliças, essenciais para renda, emprego rural e redução do êxodo; Rafael Fernandes reforça o processamento de hortaliças com ênfase na gestão de recursos naturais; e Francisco Dantas diversifica com batata-doce, feijão, milho, caju, leite, ovos e mel. Essas atividades promovem cadeias produtivas regionais e dependem da sustentabilidade ambiental (IBGE, 2022; IDEMA, 2019; MMA, 2018; CPRM, 2017).

Figura 4 - Mapa com delimitação dos municípios de Água Nova, Riacho de Santana, Rafael Fernandes e Francisco Dantas na região Alto Oeste Potiguar – RN.



Autor (2026)

3.2 Tipo e abordagem da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de campo, de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, enquadrando-se metodologicamente como uma pesquisa descritiva. A pesquisa descritiva tem como finalidade identificar, registrar e analisar características, práticas e fenômenos sem interferir diretamente na realidade investigada, sendo amplamente utilizada em estudos voltados à análise de práticas produtivas e ambientais (AQUINO, 2020).

A escolha desse tipo de pesquisa justifica-se pelo objetivo de compreender como as agroindústrias familiares de hortaliças lidam com aspectos relacionados ao uso da água, ao manejo de resíduos e à percepção ambiental, possibilitando a construção de um diagnóstico da realidade local. Em estudos ambientais, a pesquisa descritiva é fundamental, pois permite identificar padrões, fragilidades e potencialidades existentes, servindo de base para a proposição de medidas mitigadoras e ações de melhoria.

A abordagem qualitativa permitiu compreender as percepções, experiências e conhecimentos dos agricultores e colaboradores acerca dos impactos ambientais associados às atividades agroindustriais, enquanto a abordagem quantitativa possibilitou a sistematização dos dados, a identificação da frequência de determinadas práticas e a comparação entre as unidades produtivas analisadas.

3.3 População, amostra e procedimentos de coleta de dados

A população da pesquisa foi composta por agricultores familiares e colaboradores atuantes em pequenas agroindústrias de hortaliças localizadas nos municípios de Água Nova, Rafael Fernandes, Riacho de Santana e Francisco Dantas, situados na região do Alto Oeste Potiguar, no estado do Rio Grande do Norte.

A amostra da pesquisa incluiu um número de 40 participantes, vinculados a 15 unidades produtivas distribuídas entre os quatro municípios estudados. Os 40 questionários foram aplicados de forma irregular, onde não foi definido um número fixo de agroindústrias e respondentes para cada município. No município de Água Nova foram aplicados 16 questionários em sete unidades de agroindústrias familiares, em Rafael Fernandes foram aplicados sete questionários em duas unidades, em Riacho de Santana foram aplicados 13 questionários em cinco unidades, e no município de Francisco Dantas foram aplicados quatro questionários em uma unidade. A seleção dos participantes considerou critérios previamente definidos, tais como: atuação direta na produção agrícola ou no processamento agroindustrial, disponibilidade para participação na pesquisa e autorização prévia dos responsáveis pelas unidades produtivas. Essa estratégia de amostragem buscou contemplar diferentes realidades produtivas locais, assegurando maior representatividade e confiabilidade aos dados obtidos.

A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de 40 questionários semiestruturados, correspondentes ao número de participantes entrevistados. Os questionários foram aplicados de forma presencial, nas próprias unidades produtivas, durante visitas previamente agendadas, o que possibilitou maior interação entre pesquisador e participantes e favoreceu o esclarecimento de dúvidas ao longo do processo.

O instrumento de coleta de dados foi composto por questões objetivas e discursivas, abordando aspectos relacionados aos tipos de resíduos gerados nas agroindústrias, às formas de manejo e destinação desses resíduos, às fontes e ao uso da água nos processos produtivos, às práticas de manejo do solo e ao nível de conhecimento ambiental dos participantes acerca dos impactos associados às atividades agroindustriais. O questionário utilizado na pesquisa encontra-se apresentado em Apêndice.

Durante as entrevistas, além da aplicação dos questionários, foram discutidas as etapas produtivas das agroindústrias, com ênfase nos procedimentos de manejo de resíduos, no uso da água e nas práticas de reaproveitamento ou descarte dos subprodutos gerados. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e autorizaram formalmente a

utilização das informações fornecidas, sendo assegurada a confidencialidade e o anonimato dos dados coletados.

3.4 Análise dos dados

Os dados coletados foram organizados e tabulados no software Microsoft Excel®. As respostas dos questionários foram codificadas e agrupadas em planilhas eletrônicas, permitindo a sistematização das informações por categorias temáticas. A partir da tabulação, foram elaborados gráficos para representar os resultados obtidos, facilitando a visualização, a comparação entre as unidades produtivas e a análise descritiva das práticas ambientais adotadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Realidade das agroindústrias no Alto Oeste Potiguar

A análise da realidade das agroindústrias familiares de hortaliças no Alto Oeste Potiguar revela um cenário onde a produção está intrinsecamente ligada às limitações do bioma Caatinga e às condições socioeconômicas da região. Teoricamente, a agroindustrialização em pequena escala é vista como um mecanismo de agregação de valor e fortalecimento da economia rural. Na prática observada durante este estudo, esse potencial de desenvolvimento enfrenta barreiras estruturais significativas, como o acesso limitado a tecnologias de baixo impacto e a ausência de assistência técnica continuada para a gestão de subprodutos.

A rotina operacional dessas unidades produtivas caracteriza-se por uma gestão empírica, onde as decisões ambientais são muitas vezes secundárias em relação à necessidade de viabilidade econômica imediata. Embora sabendo da importância de práticas como o reúso de água e a compostagem sistematizada, a realidade local mostra que tais ações, quando ocorrem, são informais e carecem de monitoramento técnico. Essa lacuna entre a teoria da gestão ambiental e a prática cotidiana é agravada pela vulnerabilidade hídrica da região, que impõe um regime de uso da água focado na sobrevivência da produção, muitas vezes negligenciando o tratamento adequado dos efluentes gerados nas etapas de lavagem e sanitização.

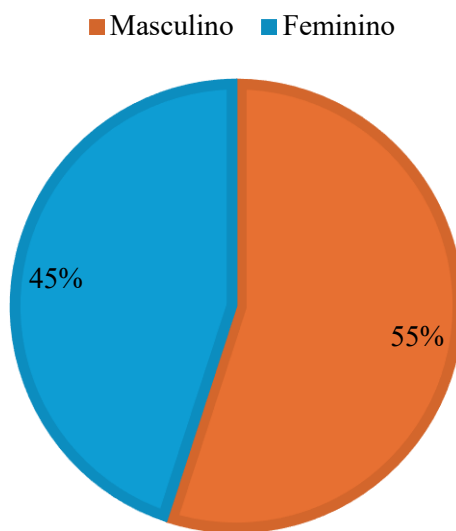
Além disso, a percepção dos produtores sobre os danos ambientais é influenciada pela escala do empreendimento. Existe uma tendência prática de naturalizar processos históricos, onde a pequena produção é vista como isenta de impactos significativos. No entanto, o uso predominante de defensivos químicos por 72,5% dos entrevistados e o manejo inadequado de resíduos sólidos orgânicos evidenciam que, mesmo em escala familiar, a soma das atividades locais gera uma pressão ambiental considerável sobre o ecossistema semiárido. Portanto, a realidade dessas agroindústrias demanda uma abordagem de mitigação que seja economicamente acessível e adaptada à infraestrutura limitada das unidades familiares.

4.2 Diagnóstico do conhecimento ambiental e das práticas adotadas nas agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar

Quanto ao perfil dos respondentes, verificou-se que 55% eram do sexo masculino e 45% do sexo feminino, com faixa etária variando entre 16 e 80 anos (Figura 5), com predominância de adultos e idosos, aspecto típico de sistemas produtivos baseados na agricultura familiar. Essa diversidade etária influencia diretamente a forma como o conhecimento técnico e ambiental é

construído e aplicado, uma vez que grande parte das práticas produtivas é transmitida de forma empírica entre gerações, condicionando a adoção de medidas ambientais mais informais e pouco sistematizadas (Wilkinson; Mior, 2018).

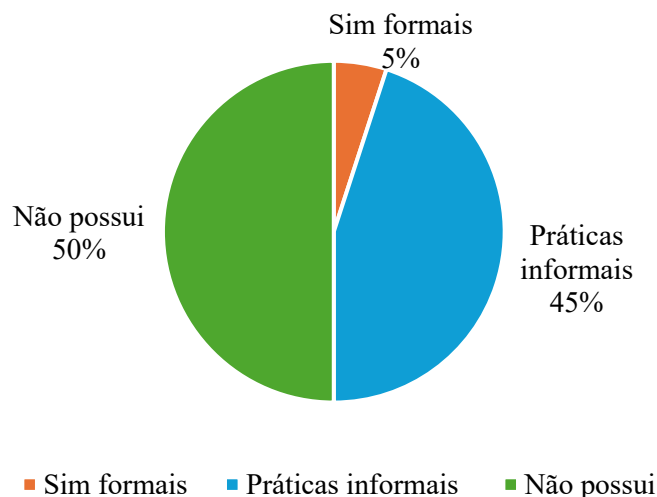
Figura 5 – Distribuição de gênero dos participantes dos entrevistados das agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2026)

Evidenciou-se que 50% dos entrevistados afirmam não possuir conhecimento prévio sobre impactos ambientais associados às atividades agroindustriais nem adotar qualquer prática ambiental relacionada à mitigação desses impactos (Figuras 6). Outros 45% relataram adotar práticas ambientais de forma informal, geralmente reaproveitamento de resíduos orgânicos ou economia de água, baseadas em saberes tradicionais ou experiências individuais, mas sem embasamento técnico, orientação institucional ou alinhamento com normas vigentes. Apenas 5% declararam conhecer e aplicar práticas ambientais formais, alinhadas a legislações, recomendações técnicas ou sistemas de gestão ambiental estruturados.

Figura 6 – Distribuição percentual dos entrevistados quanto ao conhecimento e à adoção de práticas ambientais nas agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2026)

Esse perfil revela fragilidades significativas na gestão ambiental das agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar, com predominância de ações inexistentes ou empíricas, associadas à baixa assistência técnica, limitada capacitação continuada e priorização de demandas produtivas imediatas — características comuns em sistemas familiares no semiárido (Ferreira; Lima, 2021; Souza; Ferreira, 2022; Bonnot, 2024). Estudos convergentes, como os de Ferreira e Lima (2021) e Silva e Pereira (2021), confirmam que produtores realizam ações pontuais sem planejamento, monitoramento ou integração com políticas ambientais, agravadas pela escassez hídrica e limitações financeiras em regiões semiáridas (Bonnot, 2024).

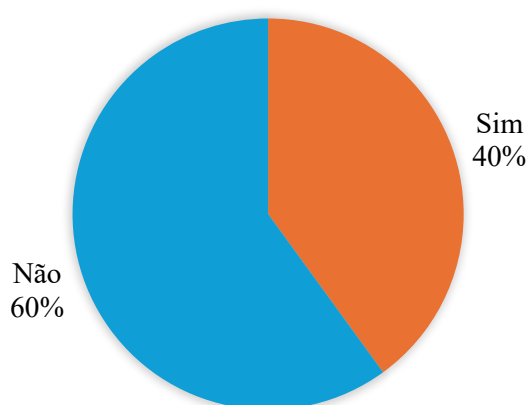
Embora haja percepção intuitiva sobre a preservação ambiental, o descompasso entre conhecimento e prática compromete a efetividade das ações, dificultando acesso a políticas públicas, certificações e incentivos à sustentabilidade. Assim, reforça-se a necessidade de intensificar a extensão rural, capacitações técnicas continuadas e estratégias integradas de educação ambiental, com foco em manejo de resíduos, uso racional da água e transição para práticas sistematizadas, alinhadas à legislação ambiental e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Observa-se que 62,5% dos participantes afirmaram que suas produções não geram impactos ambientais relevantes, enquanto 37,5% reconheceram a ocorrência de impactos decorrentes das atividades realizadas (Figura 7).

A dificuldade de reconhecimento dos impactos ambientais associados às atividades agroindustriais pode estar relacionada à normalização de determinadas práticas produtivas no cotidiano rural, bem como à percepção de que os impactos somente ocorrem em empreendimentos de grande porte. Esse padrão também foi identificado por Silva e Pereira (2021), que destacam que, em agroindústrias familiares, a pequena escala produtiva frequentemente leva à subestimação dos

efeitos cumulativos sobre o solo, a água e o ambiente local. No entanto, mesmo em unidades de pequeno porte, a soma de práticas inadequadas pode gerar impactos ambientais significativos, sobretudo em regiões ambientalmente sensíveis como o semiárido.

Figura 7 – Percepção dos entrevistados quanto à ocorrência de impactos ambientais decorrentes das atividades agroindustriais localizadas no estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2026)

A dificuldade de reconhecimento dos impactos ambientais por parte dos entrevistados evidencia uma percepção ambiental limitada, influenciada pela naturalização de práticas produtivas historicamente consolidadas no meio rural. Em agroindústrias familiares, a pequena escala produtiva tende a reforçar a ideia de que os impactos ambientais são irrelevantes ou restritos a grandes empreendimentos, desconsiderando os efeitos cumulativos e de longo prazo sobre o solo e os recursos hídricos. Em regiões semiáridas, essa subestimação torna-se ainda mais crítica, em função da reduzida capacidade de resiliência ambiental (Silva; Pereira, 2021; Bonnot, 2024).

Souza e Ferreira (2022) avaliando agroindústrias familiares do semiárido nordestino, constatou que a maioria dos entrevistados não reconhecia a existência de impactos ambientais em suas atividades, mesmo diante do uso recorrente de defensivos agrícolas e da ausência de sistemas formais de gestão de resíduos. De forma complementar, Bonnot (2024) destaca que a percepção ambiental limitada é um dos principais entraves à adoção de práticas sustentáveis em agroindústrias de pequeno porte, especialmente em regiões com baixa oferta de assistência técnica e capacitação ambiental.

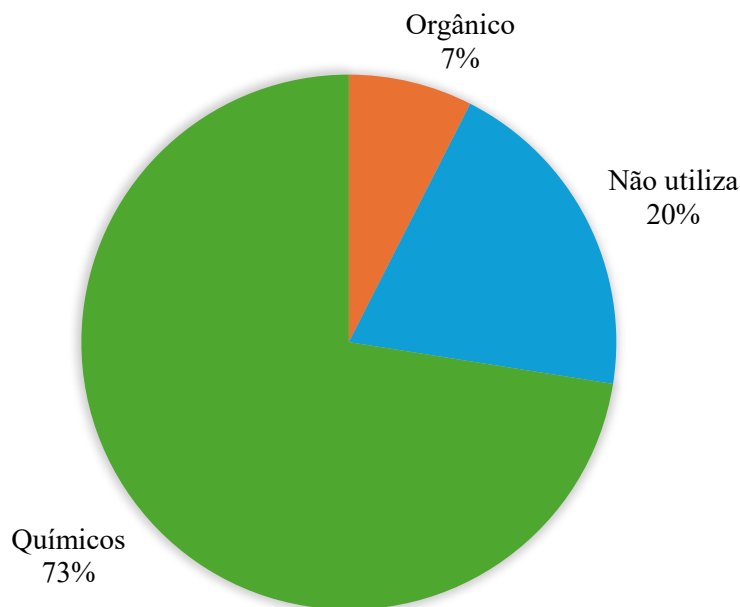
A elevada dependência de defensivos agrícolas químicos observada nas agroindústrias analisadas reflete não apenas a busca por eficiência imediata no controle de pragas, mas também

limitações estruturais relacionadas ao acesso à informação, à assistência técnica e à difusão de alternativas agroecológicas. A baixa adoção de defensivos orgânicos evidencia entraves técnicos e institucionais que dificultam a transição para sistemas produtivos mais sustentáveis, sobretudo em regiões onde inexistem redes locais de difusão tecnológica e políticas públicas territorializadas (Altieri; Nicholls, 2017; Embrapa, 2021).

Vale destacar que, a subestimação dos impactos ambientais pode gerar um efeito cumulativo ao longo do tempo, no qual práticas aparentemente inofensivas passam a produzir degradações significativas nos recursos naturais locais (PINHEIRO, 2015). Em regiões semiáridas, esse processo tende a ser ainda mais crítico, uma vez que a capacidade de regeneração ambiental é limitada, tornando os sistemas produtivos mais suscetíveis à perda de fertilidade do solo e à escassez hídrica.

Observa-se que 72,5% dos entrevistados relataram utilizar defensivos agrícolas químicos em suas produções, enquanto apenas 7,5% afirmaram empregar defensivos de origem orgânica. Além disso, 20% dos participantes declararam não utilizar nenhum tipo de defensivo agrícola (Figura 8).

Figura 8 – Distribuição percentual dos entrevistados quanto ao uso de defensivos agrícolas no controle de pragas e doenças nas agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Autores (2026)

A elevada predominância do uso de defensivos químicos pode estar relacionada à maior disponibilidade desses produtos no mercado, à facilidade de aplicação e à percepção de maior eficiência no controle de pragas e doenças, onde em muitos casos os produtores trabalham com terras limitadas e existe a necessidade de renda imediata, priorizando assim, o utilização de produtos que gerem efeito instantâneo (LEITE, 2025). Em regiões semiáridas, como o Alto Oeste Potiguar, a pressão de pragas tende a ser definidas pelas condições climáticas, o que pode estimular o uso recorrente de insumos químicos como estratégia de redução de perdas produtivas (EMBRAPA, 2021).

Por outro lado, a baixa adoção de defensivos orgânicos evidencia entraves relacionados à falta de conhecimento técnico, à escassez de assistência especializada e à menor difusão de práticas agroecológicas entre agricultores familiares. Dentre os entrevistados, apenas 5% adotam práticas de produção completamente orgânica, um modelo de produção mais sustentável que concilia viabilidade econômica, benefícios ambientais e impactos sociais positivos (Santos; Pinheiro, 2025). Estudos apontam que a transição para sistemas de manejo orgânico exige capacitação contínua, acompanhamento técnico e mudanças estruturais no sistema produtivo, fatores que nem sempre estão acessíveis aos pequenos produtores. (Altieri; Nicholls, 2017).

A parcela de entrevistados que afirmou não utilizar defensivos agrícolas pode estar associada à adoção de práticas tradicionais de manejo, à baixa intensidade produtiva ou à preocupação com a saúde e a produção orgânica. No entanto, a ausência do uso de defensivos não

implica, necessariamente, a inexistência de impactos ambientais, uma vez que outros fatores, como o manejo inadequado do solo e da água, também contribuem para a degradação ambiental (Silva; Pereira, 2021).

Resultados semelhantes foram identificados por Ferreira e Lima (2021) em agroindústrias familiares do semiárido nordestino, onde mais de 70% dos produtores relataram o uso frequente de defensivos químicos, e por Souza e Ferreira (2022), que observaram baixa adoção de alternativas agroecológicas em sistemas produtivos familiares, sobretudo em regiões com limitada oferta de assistência técnica. De forma complementar, dados da Embrapa (2021) indicam que o uso de defensivos químicos ainda predomina na horticultura brasileira, especialmente em pequenas propriedades voltadas à produção comercial.

Dessa forma, os resultados evidenciam a necessidade de fortalecimento das políticas públicas e das ações de extensão rural voltadas à difusão de práticas de manejo integrado de pragas, ao incentivo ao uso de defensivos alternativos e à redução da dependência de insumos químicos. Tais ações são fundamentais para minimizar os impactos ambientais associados à horticultura e promover a sustentabilidade das agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar.

No contexto do Alto Oeste Potiguar, a dependência de defensivos químicos está associada, em grande medida, à ausência de redes locais de difusão de tecnologias agroecológicas, às dificuldades de acesso a insumos alternativos e à inexistência de mercados diferenciados que valorizem práticas sustentáveis (AQUINO, 2017). Esse cenário evidencia que o conhecimento prévio sobre questões ambientais, por si só, não garante a adoção de práticas ambientalmente responsáveis, revelando um distanciamento entre informação e ação. A consolidação de sistemas produtivos mais sustentáveis demanda suporte técnico contínuo, incentivos institucionais e políticas públicas territorializadas, capazes de considerar as especificidades socioeconômicas e ambientais das agroindústrias familiares da região.

4.3 Impactos ambientais e estratégias de mitigação nas agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar

Com base nos resultados obtidos, elaborou-se uma síntese que relaciona os principais impactos ambientais identificados nas agroindústrias familiares de hortaliças do Alto Oeste Potiguar às respectivas medidas técnicas recomendadas, considerando a viabilidade de aplicação em contextos de pequena escala produtiva (Tabela 1).

Tabela 1 – Principais impactos ambientais identificados e medidas técnicas recomendadas para agroindústrias familiares de hortaliças do estado do Rio Grande do Norte.

Ordem de Prioridade	Impactos Ambientais Identificados	Consequências Potenciais	Estratégias de Mitigação Propostas
1	Baixo nível de práticas ambientais formais	Fragilidade da gestão ambiental	Educação ambiental; assistência técnica contínua; políticas públicas direcionadas.
2	Uso predominante de defensivos agrícolas químicos	Contaminação do solo e da água; risco à saúde	Manejo integrado de pragas; substituição gradual por insumos menos tóxicos; capacitação técnica.
3	Uso ineficiente dos recursos hídricos	Escassez de água; comprometimento da produção	Racionalização do consumo; reúso de água; tecnologias de baixo custo.
4	Manejo inadequado de resíduos orgânicos	Poluição ambiental; desperdício de matéria orgânica	Compostagem; reaproveitamento agrícola; planos simplificados de gestão de resíduos.

Fonte: Autores (2026)

Entre os principais impactos destacam-se o uso predominante de defensivos agrícolas químicos, o manejo inadequado de resíduos sólidos orgânicos e a utilização pouco eficiente dos recursos hídricos. Sabe-se que, o uso intensivo de defensivos químicos representa risco potencial de contaminação do solo e dos recursos hídricos, além de possíveis efeitos adversos à biodiversidade local e à saúde humana. A percepção limitada dos impactos ambientais associados a esses insumos, observada em parte dos entrevistados, reforça a necessidade de ações educativas voltadas à compreensão dos efeitos cumulativos dessas práticas em ambientes semiáridos.

Outro impacto relevante refere-se ao manejo inadequado dos resíduos orgânicos gerados no processamento de hortaliças. A ausência de sistemas formais de gerenciamento favorece o descarte inadequado ou o subaproveitamento desses materiais, ampliando a pressão ambiental e desperdiçando resíduos com elevado potencial de reaproveitamento agrícola. A adoção de práticas como compostagem, incorporação ao solo e uso como adubo orgânico configura alternativa técnica viável, de baixo custo e compatível com a realidade da agricultura familiar.

No que concerne ao uso dos recursos hídricos, observou-se a inexistência de estratégias sistematizadas de controle, economia ou reúso da água, fator crítico em uma região marcada pela irregularidade pluviométrica e recorrência de períodos de estiagem. A racionalização do consumo,

associada à adoção de tecnologias simples para reaproveitamento de água em usos não potáveis, apresenta-se como medida essencial para reduzir a pressão sobre os recursos hídricos locais.

Dessa forma, a mitigação dos impactos ambientais identificados depende diretamente da integração entre conhecimento técnico, políticas públicas e práticas produtivas locais. O fortalecimento da extensão rural, a implementação de programas de capacitação continuada e o acompanhamento técnico das agroindústrias familiares são medidas estratégicas para a consolidação de modelos produtivos ambientalmente mais sustentáveis, contribuindo para a resiliência socioeconômica e ambiental do Alto Oeste Potiguar.

Nesse contexto, as estratégias de mitigação propostas apresentam-se como alternativas tecnicamente viáveis e economicamente acessíveis à realidade das agroindústrias familiares do Alto Oeste Potiguar, sobretudo por priorizarem práticas de baixo custo e fácil adoção. No entanto, a efetividade dessas medidas depende do fortalecimento da assistência técnica e da extensão rural, bem como da articulação com políticas públicas voltadas à sustentabilidade da agricultura familiar. A incorporação gradual de práticas ambientalmente responsáveis tende não apenas a reduzir os impactos negativos identificados, mas também a contribuir para a melhoria da eficiência produtiva, a valorização dos produtos agroindustriais e o aumento da resiliência socioambiental das unidades produtivas frente às limitações impostas pelo contexto semiárido.

Embora o estudo tenha possibilitado um diagnóstico consistente da realidade ambiental das agroindústrias familiares de hortaliças no Alto Oeste Potiguar, algumas limitações devem ser consideradas, como o número restrito de unidades produtivas analisadas e a dependência das informações fornecidas pelos participantes, baseadas em percepção e autorrelato. Ainda assim, os resultados obtidos são relevantes por evidenciar padrões recorrentes e fragilidades estruturais comuns às agroindústrias familiares do semiárido, podendo subsidiar ações de assistência técnica, extensão rural e formulação de políticas públicas voltadas à promoção da sustentabilidade ambiental no setor.

Ressalta-se que as estratégias de mitigação propostas devem ser compreendidas como parte de um processo gradual de fortalecimento da gestão ambiental nas agroindústrias familiares, e não como soluções isoladas. A efetividade dessas medidas depende da articulação entre produtores, assistência técnica e políticas públicas territorializadas, capazes de considerar as especificidades socioeconômicas e ambientais do semiárido potiguar. A adoção progressiva dessas práticas pode contribuir para a redução dos impactos ambientais, a melhoria da eficiência produtiva e o fortalecimento da resiliência socioambiental das unidades familiares.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vale destacar que os impactos ambientais associados às agroindústrias de hortaliças no Alto Oeste Potiguar demonstram que uma parcela significativa dos produtores apresenta conhecimento limitado acerca de práticas ambientais e de formas adequadas de mitigação. Mesmo entre aqueles que relatam algum nível de conhecimento, predominam ações de caráter informal, desenvolvidas sem orientação técnica ou acompanhamento institucional, o que compromete a efetividade das medidas adotadas.

Diante desse cenário, urge ampliar ações de educação ambiental, assistência técnica e políticas públicas para agroindústrias familiares em regiões semiáridas, onde a escassez hídrica intensifica impactos ambientais. O estudo oferece subsídios para integrar gestão ambiental ao fortalecimento dessas unidades, conciliando renda, segurança alimentar e conservação de recursos no Alto Oeste Potiguar.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004:2024**. Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
- ALTIERI, Miguel A.; NICHOLLS, Clara I. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2017.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022: regiões hidrográficas brasileiras**. Brasília: ANA, 2022.
- ANVISA. Resolução RDC nº 352, de 23/12/2002. Boas Práticas para frutas/hortaliças em conserva. *Diário Oficial da União*, 2002.
- AMARAL, B. C. et al. Gestão de resíduos sólidos orgânicos na agricultura e agroindústria familiar. *Cad. Pedag. Cult.*, 2024.
- ANDRADE, L. R.; SOUZA, M. E.; SILVA, J. P. Sistemas anaeróbios no tratamento de efluentes agroindustriais: desempenho e viabilidade ambiental. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 29, n. 2, p. 321–334, 2024.
- AVILAR, G. A. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: princípios, manejo e tecnologias**. São Paulo: Editora Senac, 2021.
- AQUINO, J. R. de. Agricultura familiar no Rio Grande do Norte segundo o Censo Agropecuário 2017.
- AQUINO, J. R. de. Agricultura familiar no Rio Grande do Norte... *Rev. Econ. Nord.*, 2020
- SDR/RS. Resolução nº 2, de 15/09/2025. DOE-RS, 2025.
- AQUINO, J. R. de. Agricultura familiar no Rio Grande do Norte segundo o Censo Agropecuário 2017: perfil e desafios para o desenvolvimento rural. *Rev. Econ. Nord.*, Fortaleza, v. 31, n. 2, p. 1-20, 2020.
- BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- BONNOT, André Luis. **Sustentabilidade e impactos ambientais na agroindústria de frutas e hortaliças**. São Paulo: Blucher, 2024.
- BONNOT, G. Environmental impacts and sustainability strategies in agro-industrial systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 418, p. 139980, 2024.
- BORÉM, Aluizio; CORADI, Paola Costa; SAATH, Rodrigo. **Pós-colheita de produtos agrícolas**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2021.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 9 jan. 1997.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 3 ago. 2010.

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022.** Regulamenta a Lei nº 12.305/2010. Diário Oficial da União, Brasília, 13 jan. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002.** Diário Oficial da União, Brasília, 23 out. 2002.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. *Diário Oficial da União*, Brasília, 13 jan. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Política Nacional da Agricultura Familiar. *Diário Oficial da União*, Brasília, 25 jul. 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004.** Diário Oficial da União, Brasília, 16 set. 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Diário Oficial da União, Brasília, 18 mar. 2005.

BRASIL. IBGE. Censo Agropecuário 2017: Rio Grande do Norte. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Diário Oficial da União, Brasília, 16 maio 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de boas práticas de fabricação para agroindústrias de pequeno porte.** Brasília: MAPA, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira.** 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BONNOT, Pierre. Sustentabilidade ambiental e gestão de resíduos na agroindústria de pequena escala. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2024

BRASIL. IBGE. Censo Agropecuário 2017: Rio Grande do Norte. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

CARVALHO, J. R. S. Crise hídrica e gestão da água no semiárido nordestino: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 30, e12, 2025.

COSTA, C. A. **Pós-colheita de produtos agrícolas: qualidade e segurança alimentar.** Viçosa: Editora UFV, 2015.

CIDADES Archives - Jornal Folha Regional. Marau, RS, [s.d.]. Disponível em: <https://www.jornalfolharegional.com.br/cidades/>. Acesso em: 15 jan. 2026.

CONTAG. Anuário Estatístico da Agricultura Familiar 2023. Brasília: CONTAG/Dieese, 2023.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Atlas de geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte.** Recife: CPRM, 2017.

CIBIOGAS. O papel do tratamento de efluentes e recuperação de nutrientes na sustentabilidade. 2024.

CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementando a Resolução CONAMA nº 357/2005.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulam

EMBRAPA. Compostagem de resíduos orgânicos para uso na agricultura. Brasília: **Embrapa**, 2016 - Perfeita para agroindústrias de hortaliças potigües, alinhando gestão sustentável com contexto semiárido discutido anteriormente.

EMBRAPA. Gestão de resíduos na agricultura e agroindústria. Brasília: Embrapa, 2005.

AQUINO, J. R. de. Agricultura familiar no Rio Grande do Norte... Rev. Econ. Nord., v. 31, n. 2, 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Boas práticas agrícolas e de fabricação na produção de alimentos.** Brasília: Embrapa, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sustentabilidade ambiental em agroindústrias de pequeno porte.** Brasília: Embrapa, 2019.

EMBRAPA. Aproveitamento de resíduos agroindustriais. Brasília 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The future of food and agriculture: trends and challenges.** Rome: FAO, 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The State of Food and Agriculture 2020.** Rome: FAO, 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Water use in agro-food systems: global assessment.** Rome: FAO, 2021.

FERREIRA, A. P.; LIMA, R. A. Sustentabilidade na agroindústria de hortaliças: práticas e limitações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 6, p. 396–403, 2021.

FERREIRA, J. M.; CRUZ, L. F. Gestão ambiental em unidades agroindustriais. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 24, n. 3, p. 1–15, 2021.

FERREIRA, José Roberto da Silva; LIMA, Ana Paula de Souza. Gestão ambiental em agroindústrias familiares do semiárido nordestino: desafios e perspectivas para a sustentabilidade. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, v. 56, p. 215–232, 2021.

FERREIRA, J. S. Impactos ambientais da agricultura intensiva e uso de agroquímicos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 59, n. 2, p. 233–248, 2024.

GOMES, C.A.O.; ALVARENGA, A.L.B.; JUNIOR, M.F.; CENCI, S.A. Hortaliças Minimamente Processadas. Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, 34 p. (Coleção Agroindústria Familiar)

IFRN. Chamada Pública nº 01/2025-PNAE. Natal: IFRN, 2025. Ideal para respaldar promoção de alimentos processados locais alinhados à cultura potiguar.

BRASIL. IBGE. Censo Agropecuário 2017: Rio Grande do Norte. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Produção Agropecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do setor agropecuário do RN**. Natal: IDEMA, 2019.

MEDEIROS, M. F.; QUEIROZ, E. P.; CAVALCANTE, A. M. Vulnerabilidade ambiental em regiões semiáridas. **Revista GeoNordeste**, v. 31, n. 2, p. 45–62, 2020.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga: biodiversidade e conservação**. Brasília: MMA, 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: MMA, 2020.

NUNES, G. H. de S.; RIBEIRO, G. M. Projeto Rota da Fruticultura: fortalecimento da fruticultura no semiárido potiguar. Mossoró: Ufersa, 2026

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Nova York: ONU, 2015.

PEREIRA, R. A.; SILVA, D. A.; SOUSA, I. C. Impactos ambientais em agroindústrias brasileiras. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 123–142, 2019.

PINHEIRO, J. C. V. Gestão dos recursos hídricos no sistema agroindustrial da cana-de-açúcar. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - UFERSA, Mossoró, 2015.

PINHEIRO, J. C. V. Gestão dos recursos hídricos no sistema agroindustrial da cana-de-açúcar. 2015. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

RAFFO, A. Environmental assessment of wastewater from food processing industries. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, p. 45678–45690, 2022.

SCHNEIDER, S. **A pluriatividade e o desenvolvimento rural brasileiro**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016.

SILVA, F. T. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e tecnologia**. Lavras: UFLA, 2000.

SILVA, Marcos Antônio da; PEREIRA, Luciana Gomes. Percepção ambiental e práticas sustentáveis em agroindústrias familiares. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 98–112, 2021.

SILVA, R. M.; PEREIRA, L. S.; COSTA, A. M. Reúso de água tratada em agroindústrias.

Revista Ambiente & Água, v. 15, n. 4, p. 1–12, 2020.

SOUZA, R. L.; FERREIRA, A. P. Agroindústrias familiares e sustentabilidade. **Revista**

Extensão Rural, v. 29, n. 3, p. 60–78, 2022.

Staduto, J. A. R., Passini, J. J., & Santos, L. P. (2024). Impacto da agroindústria rural na sustentabilidade da agricultura familiar: um estudo do oeste do Paraná. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 62(3), e268581.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed.

Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

WILKINSON, J. **Redes, convenções e políticas de qualidade na agroindústria**. Rio de

Janeiro: Mauad X, 2016.

WILKINSON, J.; MIOR, L. C. As transformações da agricultura familiar. **Estudos Sociedade e**

Agricultura, v. 26, n. 1, p. 1–25, 2018.

WILKINSON, John; MIOR, Luiz Carlos. Agricultura familiar, agroindústria e desenvolvimento territorial. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2018.

RODRIGUES, A. C. et al. Compostagem de resíduos orgânicos: eficiência do processo e

qualidade do composto. *Enciclopédia biosfera*. Goiânia: Centro Científico Conhecer, v. 11, n. 22, p. 2015. Disponível em:

ANEXOS

Anexo 1: Questionário

1. Quais tipos de resíduos são produzidos na agroindústria:

- ☐ Cascas e sementes
- ☐ Restos de frutas e hortaliças
- ☐ Embalagens e caixas
- ☐ Restos de podas ou folhas ()

Outros: _____

Comentário adicional:

2. O que é feito com os resíduos gerados:

- ☐ Descartados no lixo comum
- ☐ Encaminhados para compostagem
- ☐ Aproveitados como ração ou subprodutos
- ☐ Queimados

☐ Outro destino: _____

Comentário adicional:

Descreva como é realizado o descarte de resíduos orgânicos, embalagens e plásticos:

Sugestão do entrevistado para melhorar o manejo:

3 Fonte da água utilizada no processamento e lavagem dos produtos:

- ☐ Poço
- ☐ Água de chuva
- ☐ Água da rede pública

☐ Outro: _____

Comentário adicional:

4 A água utilizada no processo é reutilizada de alguma forma:

☐ Sim, de maneira formalizada

☐ Sim, de forma informal

☐ Não

Como poderia ser melhor aproveitada:

5 Quais fontes de energia são usadas na agroindústria:

☐ Energia elétrica

☐ Combustíveis fósseis

☐ Solar

☐ Outro: _____

Comentário adicional:

5 Manejo do solo: Que tipo de fertilizantes são utilizados?

☐ Orgânicos

☐ Químicos

☐ Não utiliza

Comentário sobre práticas de conservação do solo:

6 Há rotação de culturas ou consórcios?

☐ Sim

☐ Não

Descreva como é feito:

7 Controle de pragas e doenças: Que defensivos agrícolas são utilizados?

☐ Orgânicos

☐ Químicos

☐ Não utiliza

Comentário adicional:

8 Armazenamento dos resíduos antes do descarte:

☐ Menos de 24 horas

☐ 1 a 3 dias

☐ Mais de 3 dias

Comentário sobre possíveis problemas ou melhorias: _____

9 Políticas ou práticas ambientais na agroindústria:

☐ Sim, formalizadas

☐ Algumas práticas informais

☐ Não possui

Descreva as ações realizadas ou sugestões:

10 Capacitação e conscientização ambiental dos funcionários: Recebem orientação sobre boas práticas ambientais?

☐ Sim, regularmente

☐ Às vezes

☐ Nunca

Comentário sobre o que poderia melhorar:

11 Percepção sobre impactos ambientais: Na sua opinião, a agroindústria causa impactos ambientais relevantes?

☐ Sim

☐ Não

Se sim, quais e como afetam a comunidade ou o ambiente?

12 Sustentabilidade e melhorias: Que medidas poderiam ser adotadas para reduzir impactos ambientais e aumentar a sustentabilidade?

13 Resíduos específicos e água residual: Há geração de águas residuais?

☐ Sim, tratadas

☐ Sim, não tratadas

☐ Não

Descreva soluções que utilizam ou poderiam usar:

14 Há destinação de restos de podas ou plantas daninhas?

☐ Compostagem

☐ Queima

☐ Enterrado no solo

☐ Outro: _____

Sugestão de melhor aproveitamento:

Espaço livre para comentários, experiências ou sugestões adicionais:

Anexo 2: TECLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: Impactos Ambientais causados pelas agroindústrias do Alto Oeste Potiguar

Pesquisadora responsável: Maria José de Holanda Leite e Francisco Jefferson do Nascimento Carvalho,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do

Rio Grande do Norte, holanda.maria@escolar.ifrn.edu.br e
carvalho.jefferson@escolar.ifrn.edu.br

Objetivo da pesquisa:

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar os principais impactos ambientais relacionados à fauna, flora e solo nas agroindústrias do Alto Oeste Potiguar.

Procedimentos:

Você será convidado(a) a responder um questionário semiestruturado sobre seus conhecimentos em relação a impactos ambientais gerados pela produção de agroindústrias e agriculturas familiares do Alto Oeste Potiguar.

Riscos e benefícios:

Não há riscos físicos ou psicológicos significativos na participação. Os dados coletados poderão contribuir para o desenvolvimento de técnicas que tragam redução destes impactos.

Sigilo e confidencialidade:

Suas respostas serão tratadas de forma confidencial. Nenhum dado pessoal será divulgado, e os resultados serão apresentados apenas de forma agregada, sem identificação individual.

Participação voluntária:

Sua participação é voluntária. Você pode optar por não responder alguma pergunta ou encerrar a entrevista a qualquer momento, sem prejuízo algum.

Contato para dúvidas:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você pode entrar em contato com a pesquisadora responsável pelo e-mail holanda.maria@escolar.ifrn.edu.br e carvalho.jefferson@escolar.ifrn.edu.br ou telefone +55 83 9993-0070 ou +55 84 81313309.

Declaro que:

- Fui informado(a) sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios da pesquisa; - Participo de forma voluntária;
- Concordo que as informações fornecidas sejam utilizadas para fins acadêmicos e científicos, mantendo meu anonimato.

Assinatura do participante: _____

Data: ____/____/____

Assinatura da pesquisadora: _____

Data: ____/____/____

ÍNDICE REMISSIVO

Acreditação ambiental: 34, 37
Agreste Potiguar: 10, 11
Agricultura familiar: 2, 12, 14, 30, 43
Agroindústria de hortaliças: 2, 10, 11, 43
Agroindústrias familiares: 2, 8, 12, 17, 20, 23, 30, 37-45
Água Nova (município): 3, 11, 33, 34
Alto Oeste Potiguar: 3, 11, 33-34, 37-45
Análise quantitativa: 7, 36
Assistência técnica: 11, 23, 33, 43-45
Bioma Caatinga: 2, 11, 27, 42
Boas Práticas de Fabricação (BPF): 7, 22, 28-30
Cadeia produtiva: 10, 12, 14, 15
Capacitação técnica: 8, 43, 44
Compostagem: 8, 11, 19-20, 37, 42, 44
CONAMA (Resolução 430/2011): 7, 26
Consumo de água: 3, 11, 41, 43
Contaminação do solo: 11, 44
Defensivos químicos: 3, 8, 11, 33, 41-45 (72,5%)
Desenvolvimento Rural Sustentável: 8, 11, 23, 30
Diagnóstico ambiental: 3, 11, 23, 43
Efluentes: 11, 22, 26, 41
Engenharia Ambiental: 8
Extensão rural: 8, 44, 45
Francisco Dantas (município): 3, 11, 33, 34
Gestão ambiental: 2, 11, 30, 34, 36, 43
Hortaliças: 2, 3, 10, 11, 28, 43
Impactos ambientais: 2, 3, 11, 17, 23, 28, 38-45
Inovação tecnológica: 23, 30
Legislação ambiental: 7, 26
Manejo integrado de pragas: 44, 45
Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 9, 11, 46
PNRS (Lei 12.305/2010): 7, 26
Rafael Fernandes (município): 3, 11, 33, 34
Recursos hídricos: 2, 10, 11, 41, 43
Resíduos orgânicos: 3, 11, 19, 20, 37, 41-44

Reuso de água: 8, 11, 22, 41

Riacho de Santana (município): 3, 11, 33, 34

Semiárido brasileiro: 2, 8, 9, 11, 24, 39, 42

Sustentabilidade ambiental: 8, 11, 24, 30, 39, 43-45

Tecnologias limpas: 8, 23, 30, 43

SOBRE OS ORGANIZADORES



Doutora (2018) e Mestre (2014) em Ciências Florestais pela UFRPE e UFCG, respectivamente. Graduada em Engenharia Florestal pela UFCG (2012), Licenciada em Biologia (FAVENI, 2021) e Geografia (Centro Universitário Cidade Verde/UNIP, 2024). Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (FIP, 2017) e Técnica em Saúde e Segurança do Trabalho (ETER, 2007). Atua no Conselho Científico da Pantanal Editora como organizadora e revisora de e-books na área de Ciências Agrárias, e integra o Conselho Editorial da Atena Editora, voltada à publicação científica. Tem ampla experiência em Extensão Rural, com atuação na Cooptera (2013/2016), elaboração de projetos técnicos e planos de desenvolvimento para assentamentos da reforma agrária. Foi professora substituta na UFAL, UEMA, UNEMAT, IFPI, IFPE e SENAI, ministrando disciplinas nos cursos de Engenharia Florestal, Agroecologia, Agronomia, Ciências Biológicas e áreas da Saúde. Atualmente, é professora visitante de Biologia no IFRN Campus Pau dos Ferros e colaboradora do PROFNIT, no mesmo campus. Possui sólida formação e experiência nas áreas de Engenharia Florestal, Silvicultura, Fisiologia Vegetal, Geotecnologias (Sensoriamento Remoto e SIG), Sistemas Agroflorestais, Educação Ambiental, Manejo da Caatinga e Segurança do Trabalho. Destaca-se ainda na Geografia Ambiental, com foco em análise de impactos ambientais, recuperação de áreas degradadas e planejamento territorial sustentável.



Graduando em Agroindústria pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) Campus Pau dos Ferros.

