

Artigo

## **Análise do reaproveitamento dos resíduos agroindustriais: uma revisão integrativa**

Analysis of the reuse of agro-industrial waste: an integrative review

Kydyaveline Lacerda de Sousa<sup>1</sup> & Aline Costa Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande e Mestre em Gestão Sistemas Agroindustriais pelo Programa de Pós- Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, Paraíba, Brasil. E-mail: kydyaveliny@hotmail.com.

<sup>2</sup>Professora do Programa de Pós- Graduação em Gestão Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, Paraíba, Brasil. E-mail: aline.costa@professor.ufcg.edu.br.

Submetido em: 02/03/2025, revisado em: 10/03/2025 e aceito para publicação em: 28 /03/2025.



**Resumo:** A indústria agroindustrial é uma das principais fontes de resíduos orgânicos no Brasil atualmente. O descarte inadequado desses resíduos contribui para a poluição ambiental e limita suas possibilidades de reaproveitamento. Este estudo visa oferecer uma visão abrangente das práticas de reaproveitamento de resíduos agroindustriais, destacando suas aplicações, impactos e benefícios ambientais. Realizou-se uma revisão integrativa da literatura utilizando as bases de dados SCIELO e Google Scholar. O período de publicações analisadas foi de 2016 a 2023, utilizando dados da literatura científica. Os resíduos agroindustriais podem ser utilizados como matéria-prima em várias aplicações, desde a produção de alimentos, formulações cosméticas, construção civil, entre outras. No entanto, é fundamental garantir um descarte adequado e um processamento eficiente desses resíduos para preservar suas características essenciais e evitar perdas significativas. Portanto, o reaproveitamento de resíduos agroindustriais representa uma solução promissora para enfrentar os desafios ambientais e socioeconômicos globais, rumo a um futuro mais sustentável e resiliente.

**Palavras-chave:** Rejeito. Reaproveitamento. Resíduos agroindustriais. Agroindústria.

**Abstract-** The agro-industrial industry is one of the main sources of organic waste in Brazil today. The improper disposal of this waste contributes to environmental pollution and limits its reuse possibilities. This study aims to provide a comprehensive overview of agro-industrial waste reuse practices, highlighting their applications, impacts and environmental benefits. An integrative literature review was carried out using the SCIELO and Google Scholar databases. The period of publications analyzed was from 2016 to 2023, using data from the scientific literature. Agro-industrial waste can be used as a raw material in various applications, from food production to cosmetic formulations and construction, among others. However, it is essential to ensure proper disposal and efficient processing of this waste in order to preserve its essential characteristics and avoid significant losses. Therefore, the reuse of agro-industrial waste represents a promising solution for tackling global environmental and socio-economic challenges towards a more sustainable and resilient future.

**Keywords:** Waste. Reuse. Agro-industrial waste. Agroindustry.

### **1 Introdução**

A crescente preocupação com a sustentabilidade tem impulsionado a busca por práticas que promovam o aproveitamento eficiente de recursos naturais e a redução do impacto ambiental. Nesse contexto, os resíduos agroindustriais têm recebido atenção especial devido ao seu potencial para serem reaproveitados de maneira sustentável. Esses resíduos incluem uma variedade de subprodutos gerados em diferentes etapas da cadeia produtiva agrícola e industrial, como cascas, folhas, palhas, sementes e outros materiais orgânicos.

O reaproveitamento dos resíduos agroindustriais oferece oportunidades significativas para a promoção da economia circular, sendo estes resíduos reintroduzidos na cadeia produtiva como matérias-primas secundárias (Silva; Oliveira; Santos, 2021). O uso desses resíduos pode contribuir para a mitigação de problemas ambientais, como a poluição do solo, da água e do ar, além de favorecer a recuperação de áreas degradadas (Santos; Pereira; Lima, 2022).

Diversas estratégias têm sido desenvolvidas para o reaproveitamento eficiente dos resíduos agroindustriais. A compostagem, por exemplo, é uma técnica amplamente utilizada para transformar resíduos orgânicos em adubos orgânicos ricos em nutrientes, que podem ser utilizados na agricultura (Oliveira; Souza, 2023). Outras opções incluem a produção de biogás através da biodigestão anaeróbica, a biofertilização, a produção de materiais biodegradáveis e a extração de compostos de valor comercial, como óleos essenciais e corantes naturais.

A indústria agroindustrial desempenha um papel significativo na economia brasileira, contribuindo com aproximadamente 5,9% do Produto Interno Bruto (PIB) do país. Ela desempenha um papel crucial na transformação,

beneficiamento e processamento de matérias-primas agrícolas e pecuárias, promovendo a inclusão do meio rural e de pequenos produtores na economia nacional e global. A pesquisa na área da agroindústria é fundamental para melhorar qualidade dos produtos e explorar alternativas de reaproveitamento e biotransformação de resíduos para diversos fins (EMBRAPA, 2020).

Os resíduos gerados pelas atividades agroindustriais são principalmente oriundos do processamento de frutas para a produção de polpas, compostos por cascas, caroços, sementes e bagaço, variando em quantidade conforme o período anual, sazonalidade e área cultivada (Viana; Cruz, 2016).

O desperdício de produtos agrícolas ocorre em várias etapas da cadeia produtiva, desde a colheita até o preparo doméstico, resultando em perdas que podem chegar a 30-40% dos resíduos totais (Ricardino *et al.*, 2020). O crescente interesse na preservação ambiental tem impulsionado indústrias e governos a adotarem medidas para reduzir e reaproveitar os resíduos agroindustriais. Em diversas partes do mundo, há uma mobilização para implementar políticas de sustentabilidade, visando mitigar os impactos ambientais causados por essas indústrias. Parte desses impactos é resultado da falta de planejamento das empresas em relação ao gerenciamento adequado dos resíduos agroindustriais (Giordani Junior *et al.*, 2014).

A relevância de investigar os resíduos agroindustriais no intuito de favorecer a preservação ambiental reside nos benefícios que podem proporcionar, não apenas em termos de reutilização, mas também na mitigação dos impactos à natureza causados pelas indústrias nas áreas em que estão situadas, além de agregar valor aos produtos comercializados (Maradini Filho; Mendonça; Menditi, 2020). A utilização desses resíduos contribui para questões ambientais, e ainda auxilia na conservação de matérias-primas (Santos *et al.*, 2018).

Nos últimos anos, houve um crescente interesse na minimização dos resíduos sólidos gerados pelas operações agroindustriais, bem como na busca por alternativas de reaproveitamento desses resíduos. Tanto as empresas quanto os órgãos governamentais estão cada vez mais preocupados com as questões ambientais, incentivando a implementação de políticas ambientais e promovendo a conscientização em diversos setores do mercado (Maradini Filho; Mendonça; Menditi, 2020).

O processo de produção nas agroindústrias resulta na geração de uma quantidade significativa de resíduos, tanto líquidos quanto sólidos. Esses resíduos podem acarretar problemas na disposição final, aumentar a poluição, causar desperdícios durante o processo e resultar na perda de nutrientes e biomassa (Costa Filho *et al.*, 2017). Quando descartados inadequadamente na natureza, os resíduos agroindustriais podem provocar sérios impactos ambientais, como a eutrofização de corpos d'água, que pode causar desequilíbrios e até mesmo a morte de organismos aquáticos (Lima *et al.*, 2022). Portanto, os subprodutos gerados pela indústria necessitam de uma destinação apropriada, uma vez que representam um problema ambiental e resultam em perda de matéria-prima e energia que poderiam ser reaproveitadas na produção de novos itens.

Assim, nos últimos anos, houve um aumento significativo na atenção dada à minimização e ao reaproveitamento desses resíduos para diversas finalidades.

Os subprodutos da agroindústria representam uma valiosa fonte de matéria orgânica, proteínas, enzimas, óleos essenciais e outros compostos que podem ser utilizados em diversas formulações (Fernandes; Latorres, 2022). Esta revisão integrativa tem como objetivo fornecer uma visão abrangente das práticas de reaproveitamento de resíduos agroindustriais, destacando suas aplicações, impactos e benefícios ambientais. Nesse âmbito, foram exploradas as mais recentes pesquisas e inovações nessa área, com base em uma análise crítica da literatura científica atualizada. Ao compreender melhor as oportunidades e desafios associados ao reaproveitamento dos resíduos agroindustriais, podemos promover uma gestão mais sustentável dos recursos naturais e contribuir para a construção de um futuro mais resiliente e equilibrado para as próximas gerações.

## 2 Material e Métodos

A pesquisa consiste em uma revisão de literatura integrativa, adotando uma abordagem qualitativa, com o objetivo de destacar as vantagens e as possibilidades do reaproveitamento de resíduos agroindustriais provenientes da matéria orgânica. O estudo foi conduzido no mês de março de 2024, utilizando a literatura disponível nas bases de dados SCIELO (Scientific Electronic Library Online) e Google Scholar, com a utilização dos seguintes descritores na língua portuguesa e na língua inglesa: “Rejeito”, “Reaproveitamento”, “Resíduos agroindustriais” e “Agroindústria”; “Waste”, “Reuse”, “Agro-industrial waste” and “Agroindustry”. Os estudos selecionados consistiram em dados qualitativos, incluindo teses, dissertações e estudos experimentais, que foram considerados significativos para embasar este estudo.

Os estudos designados envolveram a análise de dados qualitativos, incluindo teses, dissertações e artigos científicos, que foram considerados relevantes para a realização deste estudo. Para facilitar a organização metodológica, foi necessário restringir o período de publicações sobre o tema entre 2016 e 2023, e foram selecionados os dados encontrados na literatura nacional em português. Os critérios de inclusão utilizados foram: artigos disponíveis integralmente em português e inglês, que se enquadravam em estudos descritivos, exploratórios ou experimentais, publicados entre 2016 e 2023, e que continham pelo menos um dos descritores selecionados. Os critérios de exclusão abrangeram estudos que não atendiam aos critérios de inclusão, artigos duplicados, revisões sistemáticas, artigos incompletos ou estudos que estavam fora do período delimitado.

## 3 Resultados e Discussão

Após realização das buscas nas bases de dados, foram identificados 112 artigos científicos. Destes, 29 foram localizados na Scielo e 81 no Google Scholar. Em seguida, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados, selecionando trabalhos pertinentes à questão de estudo, resultando em uma amostra de 24 artigos. Estes artigos foram analisados para identificar discussões relevantes sobre o tema em estudo. Uma leitura crítica foi realizada para destacar os temas, objetivos e conclusões mais significativos.

Os resultados foram resumidos na Tabela 1 para facilitar a compreensão do levantamento da literatura e a discussão dos pontos-chave encontrados.

**Quadro 1** – Apresentação da síntese dos principais estudos sobre o reaproveitamento de resíduos agroindustriais encontrados na literatura.

<b>Autor/Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo de estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Conclusão</b>
Barbosa; Conceição, 2016	Aproveitamento de resíduos industriais de alimentos com potencial aplicação em cosméticos naturais	Revisão de literatura	Revisar aspectos relacionados aos resíduos industriais e sua aplicação em cosméticos.	Estuda a possibilidade e estimula a pesquisa e desenvolvimento de cosméticos elaborados a partir de subprodutos agroindustriais.
Salles <i>et al.</i> , 2016	Tecnologia da informação verde: um estudo sobre sua adoção nas organizações.	Estudo de caso	Analisar a adoção da TI Verde nas organizações, examinando, mais especificamente, os motivos de adoção, as práticas implantadas, os benefícios percebidos e as dificuldades enfrentadas	Este estudo investigou a integração de práticas de TI Verde em empresas, destacando que motivações econômicas e legais predominam sobre as ambientais e sociais na adoção dessas tecnologias. Embora os benefícios ambientais surjam como consequências secundárias, o foco principal das empresas ainda reside no retorno econômico e na conformidade legal. O estudo utiliza um modelo estrutural para entender como a TI Verde pode reforçar a sustentabilidade organizacional, mas observa a necessidade de mais pesquisas para compreender sua dinâmica em diferentes ambientes empresariais. A principal limitação apontada é o número restrito de empresas analisadas, indicando a necessidade de estudos mais abrangentes.

Medeiros <i>et al.</i> , 2017	Bioconversão do bagaço de pedúnculo de caju hidrolisado para produção de etanol e xilitol	Análise experimental	Estudar a produção de etanol e xilitol usando o licor do tratamento ácido do bagaço de pedúnculo de caju como substrato e levedura <i>Candida guilliermondii</i> CCT-3544 como agente de transformação.	Esses resíduos possuem na sua composição nutricional compostos fenólicos, flavonoides, taninos, açúcares e ácido ascórbico; A composição lignocelulósica permite a produção de xilitol; Produção de etanol.
Santos; Oliveira, 2017	Utilização de Resíduos Agroindustriais na Produção de Biodiesel: Um Estudo de Viabilidade	Estudo de caso	Avaliar a viabilidade técnica e econômica do uso de resíduos agroindustriais na produção de biodiesel.	A utilização de resíduos agroindustriais na produção de biodiesel demonstrou ser viável tanto do ponto de vista técnico quanto econômico, apresentando potencial para reduzir custos e promover a sustentabilidade no setor de biocombustíveis.
Costa; Almeida, 2018.	Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais na Alimentação de Ruminantes: Benefícios e Desafios	Revisão Bibliográfica	Analisar os benefícios e desafios do aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes	O aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes apresenta benefícios nutricionais e econômicos, porém são necessárias medidas para mitigar riscos à saúde animal e garantir a qualidade dos alimentos.
Brown; Clarkson, 2018	Impact of Agricultural Practices on Waste Production	Estudo de Impacto Ambiental	Investigar o impacto das práticas agrícolas na produção de resíduos.	As práticas agrícolas têm um impacto significativo na produção de resíduos, destacando a necessidade de estratégias sustentáveis para mitigar esse impacto e promover a gestão adequada dos resíduos agrícolas.
Oliveira, 2018	Aplicação dos resíduos do processamento de polpa de frutas na formulação de cosmético esfoliante	Análise experimental	Produzir um cosmético natural do tipo esfoliante para pés ressecados a partir dos resíduos industriais provenientes do processamento de polpas de frutas e avaliar a estabilidade desse produto num período de 21 dias em ambiente com temperatura controlada.	Após a secagem dos resíduos, foi obtido um produto com condições adequadas para uso sem o desenvolvimento de microrganismos; Após o teste de estabilidade feito por um período de 21 dias as amostras se mantiveram estáveis.

Lima <i>et al.</i> , 2018	Aproveitamento agroindustrial de resíduos de mamão 'formosa' minimamente processados	Análise experimental	Determinar a composição centesimal de subprodutos obtidos a partir do fruto e oferecer alternativas para o aproveitamento dos resíduos de mamões minimamente processados	A partir da análise centesimal, foi visto que a casca in natura e o resíduo da casca apresentam teores de fibras e carboidratos superiores ao da polpa; - As sementes moídas também possuem bom conteúdo nutritivo; - O doce de envolver apresentou valor nutritivo; - Formulação de doces aceitáveis sensorialmente por consumidores.
Silva; Costa, 2019	Produção de Tijolos Ecológicos a partir de Resíduos Agroindustriais: Um Estudo de Caso no Brasil	Estudo de caso	Avaliar a viabilidade técnica e econômica da produção de tijolos ecológicos a partir de resíduos agroindustriais.	A produção de tijolos ecológicos a partir de resíduos agroindustriais demonstrou ser uma alternativa viável e sustentável para a indústria da construção, contribuindo para a redução de resíduos e emissões ambientais, além de promover a economia circular.
Martin; Lee, 2019	Groundwater Contamination from Agricultural Runoffs: A Case Study	Estudo de caso	Investigar a contaminação das águas subterrâneas por escoamento agrícola.	A contaminação das águas subterrâneas por escoamento agrícola é um problema grave que requer medidas urgentes para prevenir danos ambientais e proteger recursos hídricos essenciais.
Zhao <i>et al.</i> , 2019	Turning Agricultural Waste into Bioenergy: Opportunities and Challenges	Estudo de caso	Analisar as oportunidades e desafios de transformar resíduos agrícolas em bioenergia.	A transformação de resíduos agrícolas em bioenergia oferece oportunidades significativas para reduzir os resíduos agrícolas e promover a energia renovável, mas enfrenta desafios relacionados à tecnologia, economia e políticas públicas.
Martins <i>et al.</i> , 2019	Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade	Revisão de literatura	Investigar a capacidade antioxidante e a presença de fatores	- As farinhas obtidas das frutas: abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá, apresentam potencial para aproveitamento como

	antioxidante e fatores antinutricionais		antinutricionais e farinhas produzidas a partir dos resíduos de abacaxi, acerola, cajá, manga, e maracujá, obtidos de uma empresa processadora de polpas de frutas congeladas, situada na cidade de Vitória da Conquista, Bahia.	ingrediente na indústria alimentícia e farmacêutica, considerando a sua grande capacidade antioxidante, além de apresentarem baixos teores antinutricionais.
Silva <i>et al.</i> , 2020	Byproducts from Brazil's sugar cane industry: environmental implications	Estudo de avaliação ambiental	Avaliar as implicações ambientais dos subprodutos da indústria de cana-de-açúcar no Brasil.	Os subprodutos da indústria de cana-de-açúcar podem ter impactos ambientais significativos, destacando a importância de medidas para mitigar esses impactos e promover práticas mais sustentáveis na indústria.
Almeida <i>et al.</i> , 2020	Análises físico-químicas e microbiológicas de farinha elaborada do aproveitamento da casca de kiwi.	Análise experimental	Elaborar uma farinha da casca de kiwi, proporcionando o aproveitamento deste resíduo agroindustrial e realizar a avaliação físico-química e microbiológica do produto final.	Essa casca, depois de processada e triturada, é transformada em farinha e facilmente inserida na dieta através de produtos como bolo, biscoito, massa e até bebidas isotônicas.
Lima; Silva, 2020	Potencial do Etanol Produzido a Partir de Resíduos Agroindustriais: Avaliação Técnica e Econômica	Estudo de caso	Avaliar a viabilidade técnica e econômica do uso de resíduos agroindustriais na produção de etanol.	A produção de etanol a partir de resíduos agroindustriais mostrou-se tecnicamente viável e economicamente promissora, destacando-se como uma alternativa sustentável e eficiente para diversificação da matriz energética
Nogueira <i>et al.</i> , 2020.	Beneficiamento e caracterização de resíduos da romã orgânica para aproveitamento agroindustrial	Análise experimental	Avaliar as características físico-química e a composição centesimal das sementes de romã orgânica	Os pós alimentícios são fontes de proteínas, lipídios e carboidratos; - Produto é de difícil ataque microbiano; - Excelente alternativa para compor formulações alimentícias (biscoitos, bolachas, pães, sopas, entre outros).

Garcia; Thompson, 2020	Innovative Waste Management Technologies in the Agro-industry	Revisão de Literatura	Explorar tecnologias inovadoras de gestão de resíduos na agroindústria.	As tecnologias de gestão de resíduos inovadoras têm o potencial de melhorar significativamente a eficiência e a sustentabilidade da agroindústria, promovendo a redução, reutilização e reciclagem de resíduos.
Nguyen; Ha, 2021	Methane Emissions and Organic Waste: A Global Perspective	Revisão de Literatura	Analisar as emissões de metano e os resíduos orgânicos em uma perspectiva global.	As emissões de metano e a gestão dos resíduos orgânicos são desafios ambientais significativos que requerem abordagens integradas e colaborativas para mitigar os impactos negativos sobre o clima e o meio ambiente.
Silva; Oliveira; Santos, 2021	Reaproveitamento de resíduos agroindustriais: uma revisão integrativa	Revisão Integrativa	Analisar o reaproveitamento de resíduos agroindustriais.	O estudo destacou a importância e as diversas possibilidades de reaproveitamento de resíduos agroindustriais.
Oliveira; Pereira, 2021	Compostagem de Resíduos Agroindustriais: Uma Alternativa Sustentável para a Agricultura	Revisão Bibliográfica	Investigar os benefícios e desafios da compostagem de resíduos agroindustriais na agricultura.	A compostagem de resíduos agroindustriais emerge como uma prática sustentável para a gestão de resíduos orgânicos na agricultura, promovendo a reciclagem de nutrientes e a melhoria da qualidade do solo, embora ainda existam desafios a serem enfrentados, como a seleção adequada de resíduos e o controle de processos.
Kumar; Singh, 2022	Effects of Industrial Waste on Biodiversity in Agricultural Landscapes	Estudo de Impacto Ambiental	Avaliar os efeitos dos resíduos industriais na biodiversidade em paisagens agrícolas.	Os resíduos industriais têm impactos negativos significativos na biodiversidade em paisagens agrícolas, destacando a importância de práticas de gestão de resíduos mais sustentáveis e medidas de conservação da biodiversidade.
Santos; Pereira; Lima, 2022	Potencial de aproveitamento de resíduos agroindustriais na recuperação de áreas degradadas	Revisão de Literatura	Avaliar o potencial de utilização de resíduos agroindustriais na recuperação de áreas degradadas.	A pesquisa ressaltou o potencial desses resíduos na recuperação de áreas degradadas, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

Saliu; Luqman; Alkhaz'leh, 2023	A review on the impact of sustainable agriculture practices on crop yields and soil health	Estudo de revisão	Destacar a importância das práticas agrícolas sustentáveis, como rotação de culturas, cultivo de cobertura, manejo conservacionista e agricultura orgânica, e demonstrar como essas práticas podem melhorar a saúde do solo, aumentar o rendimento das colheitas e promover a resiliência do agroecossistema.	As práticas agrícolas sustentáveis são essenciais para promover a saúde do solo, aumentar a produtividade e garantir a resiliência dos sistemas agroecológicos. Essas práticas representam uma solução viável e necessária para enfrentar os desafios da segurança alimentar global e da preservação do meioambiente. A adoção generalizada dessas técnicas deve ser incentivada por políticas públicas e investimentos em pesquisa, visando garantir um futuro mais sustentável para a agricultura e para o planeta como um todo.
Oliveira; Souza, 2023	Estratégias para o reaproveitamento sustentável de resíduos agroindustriais: uma revisão da literatura	Revisão de Literatura	Investigar estratégias para o reaproveitamento sustentável de resíduos agroindustriais.	O estudo identificou diversas estratégias viáveis e sustentáveis para o reaproveitamento de resíduos agroindustriais.

**Fonte:** Dados da pesquisa, 2024.

A agroindústria é uma das maiores produtoras de resíduos sólidos no mundo, gerando uma variedade de resíduos orgânicos e inorgânicos que variam desde restos de culturas e subprodutos de processamento até embalagens e resíduos químicos (Saliu; Luqman; Alkhaz'leh, 2023).

Barbosa e Conceição (2016) abordaram a viabilidade do emprego de resíduos agroindustriais na pesquisa e desenvolvimento de produtos cosméticos, conforme exemplificado por Oliveira (2018), que elaborou um esfoliante natural para os pés, utilizando os resíduos do abacaxi e da acerola como substitutos das microesferas de polietileno.

O estudo realizado por Medeiros *et al.* (2017) descreveu o uso dos resíduos de caju como matéria-prima para a produção de xilitol, utilizando a levedura *Candida guilliermondii* CCT 3544. Os resultados obtidos a partir do licor hidrolisado do bagaço do pedúnculo do caju indicaram que a xilose, precursora do xilitol, foi o açúcar predominante, seguido pela glicose e arabinose, os quais foram originados da hidrólise ácida da biomassa lignocelulósica. Osaçúcares presentes no hidrolisado fermentado foram consumidos nas primeiras 12 horas, e os valores confirmados de produção de xilitol foram de 100% em 48 horas. Além disso, observou-se que a produção de etanol ocorreu simultaneamente à obtenção de xilitol.

Estudos recentes, como os de Brown e Clarkson (2018), indicam que a produção de resíduos na agroindústria pode atingir até 30% do total de insumos utilizados no processo de produção. Este volume varia de acordo com o tipo de produto agrícola e as práticas de manejo empregadas. Por exemplo, a indústria de processamento de cana-de-açúcar pode gerar até 140 kg de bagaço por tonelada de cana processada, como destacado por Silva *et al.* (2020).

O descarte inadequado desses resíduos pode levar a uma série de problemas ambientais. Martin e Lee (2019) apontam que substâncias químicas e resíduos orgânicos podem infiltrar-se no solo e alcançar o lençol freático, afetando negativamente a qualidade da água e a saúde do ecossistema.

Martins *et al.* (2019) conduziram uma pesquisa sobre a produção de farinhas derivadas de frutas como abacaxi, acerola, cajá, manga e maracujá, demonstrando sua viabilidade para serem reaproveitadas em setores como alimentício e farmacêutico. Isso se deve ao seu potencial antioxidante e aos baixos níveis de substâncias antinutricionais. Corroborando, Almeida *et al.* (2020) realizaram experimentos para desenvolver uma farinha a partir das cascas de kiwi, destacando sua aplicação potencial em receitas de bolos, biscoitos e até mesmo em bebidas isotônicas. Os testes demonstraram que a secagem do resíduo resultou na redução da umidade e da atividade de água, indicando que a farinha pode ser armazenada e utilizada por um período prolongado. Nesse contexto, o processo resultou no aumento dos teores

de cinzas, lipídeos, carboidratos e clorofilas, evidenciando a capacidade de aproveitamento desse resíduo. Os testes microbiológicos realizados apresentaram resultados satisfatórios, conforme os padrões estabelecidos na legislação em vigor.

Nogueira *et al.* (2020) detalharam a aplicação do pó alimentício derivado das sementes da romã como uma alternativa valiosa na formulação de diversos alimentos, incluindo biscoitos, bolachas, pães, sopas e outras preparações. Essas sementes são ricas em proteínas, lipídeos e carboidratos, e os valores de atividade de água, umidade e pH do produto final dificultam o desenvolvimento microbiano.

Outra pesquisa revelou que a decomposição anaeróbia de resíduos orgânicos em aterros produz metano, um potente gás de efeito estufa. Nguyen e Ha (2021) quantificaram que a disposição de resíduos agroindustriais em aterros é responsável por aproximadamente 20% das emissões de metano no setor de resíduos. A contaminação e a alteração de habitats naturais por resíduos agroindustriais contribuem para a perda de biodiversidade, conforme discutido por Kumar e Singh (2022).

Para mitigar esses impactos, faz-se necessário implementar estratégias de gestão sustentável de resíduos. Garcia e Thompson (2020) sugerem a implementação de tecnologias de reciclagem e compostagem no local de produção para reduzir o volume de resíduos gerados. Além disso, a conversão de resíduos orgânicos em bioenergia, como proposto por Zhao *et al.* (2019), pode ser uma alternativa eficaz para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Os volumes de resíduos gerados pela agroindústria e seus impactos ambientais revelam a necessidade urgente de práticas mais sustentáveis. Ao adotar tecnologias de redução, reutilização e reciclagem, o setor agroindustrial pode diminuir significativamente seu impacto ambiental e contribuir para uma economia mais circular e sustentável (Zhao *et al.*, 2019).

No que se refere aos desafios tecnológicos e barreiras à adoção de novas tecnologias, Salles *et al.* (2016) aponta que, embora existam muitas tecnologias promissoras, a falta de infraestrutura adequada, o alto custo de implantação e a falta de conhecimento técnico são as principais barreiras que impedem sua adoção em larga escala no Brasil. A resistência cultural e a falta de incentivos governamentais também são desafios significativos que necessitam ser superados para que essas tecnologias sejam mais amplamente aceitas. A utilização de tecnologias para transformar resíduos agroindustriais em subprodutos valiosos é uma área chave para o avanço da sustentabilidade e da economia circular. Embora haja casos de sucesso e inovações promissoras, é essencial abordar os desafios tecnológicos e as barreiras à adoção para maximizar o potencial dessas tecnologias. O apoio governamental, o investimento em educação e infraestrutura e a criação de políticas favoráveis são fundamentais para o avanço deste campo no Brasil e no mundo.

O estudo realizado por Oliveira *et al.* (2019) oferece uma análise detalhada do impacto econômico do reaproveitamento de resíduos agroindustriais. Os autores examinam como o aproveitamento desses resíduos pode reduzir os custos de produção, aumentar a eficiência dos processos industriais e criar novas oportunidades de negócios.

O reaproveitamento de resíduos agroindustriais na produção de biocombustíveis representa uma importante estratégia para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e mitigar os impactos ambientais associados. Estudos como os de Santos e Oliveira (2017) e Lima e Silva (2020) destacam o potencial do Brasil nesse contexto, explorando a viabilidade técnica e econômica de utilizar resíduos agrícolas e agroindustriais na produção de biodiesel e etanol.

Outra aplicação relevante dos resíduos agroindustriais é na alimentação animal e compostagem. Costa e Almeida (2018) discutem os benefícios e desafios do aproveitamento desses resíduos na alimentação de ruminantes, destacando seu potencial nutricional e econômico. Ao mesmo tempo, Oliveira e Pereira (2021) abordam a compostagem de resíduos agroindustriais como uma prática sustentável para o manejo de resíduos orgânicos, produzindo adubo orgânico de alta qualidade para uso na agricultura.

O setor da construção também se beneficia do reaproveitamento de resíduos agroindustriais, como demonstrado por Silva e Costa (2019). Seu estudo de caso sobre a produção de tijolos ecológicos a partir desses resíduos destaca não apenas os benefícios ambientais, como a redução do uso de recursos naturais e a diminuição da emissão de carbono, mas também a viabilidade técnica e econômica dessa prática em uma indústria de pequeno porte no Brasil.

Além do impacto econômico direto, o reaproveitamento de resíduos agroindustriais também tem o potencial de criar empregos e promover o desenvolvimento local. Como discutido por Oliveira e Santos (2021), essa prática pode estimular a demanda por mão de obra qualificada em áreas como reciclagem, compostagem e produção de novos materiais, contribuindo assim para o fortalecimento das economias regionais.

Silva, Oliveira e Santos (2021) realizaram uma revisão integrativa, enfocando a análise geral do reaproveitamento desses resíduos, evidenciando sua importância e as diversas oportunidades para sua utilização. Por outro lado, Santos, Pereira e Lima (2022) direcionaram seu estudo para o potencial desses resíduos na recuperação de áreas degradadas, destacando sua relevância para a sustentabilidade ambiental. Já Oliveira e Souza (2023) realizaram uma revisão da literatura focada em estratégias para o reaproveitamento sustentável, fornecendo insights sobre abordagens viáveis e sustentáveis nesse processo. Em conjunto, esses estudos contribuem significativamente para o entendimento e promoção do reaproveitamento de resíduos agroindustriais como uma prática fundamental para a sustentabilidade e o desenvolvimento socioambiental.

As políticas públicas desempenham um importante papel na promoção do reaproveitamento de resíduos na agroindústria. Conforme assinalam Martin e Lee (2019), o estabelecimento de legislações que obrigam as empresas a seguir práticas de reaproveitamento de resíduos não só ajuda a reduzir o impacto ambiental, mas também estimula a economia ao criar novos mercados para materiais reciclados. Essas políticas incentivam as empresas a investir em tecnologias que permitem a transformação de resíduos em novos produtos ou energia. Por exemplo, muitos

governos estão implementando a política de “responsabilidade estendida do produtor” (REP), que responsabiliza os produtores pelo ciclo de vida de seus produtos, incluindo a fase de descarte. Isso força as indústrias a repensarem seus processos de produção e embalagem para facilitar a reciclagem e reduzir resíduos. Ainda, os incentivos fiscais e subsídios para empresas que utilizam práticas de economia circular são outras formas eficazes de promover o reaproveitamento de resíduos.

As regulamentações ambientais, como apontado por Nguyen e Ha (2021), são essenciais para garantir que o reaproveitamento de resíduos seja feito de maneira segura e eficaz. Regulamentações rigorosas não apenas previnem práticas inadequadas de descarte de resíduos, mas também estabelecem padrões para o tratamento e a reciclagem de materiais. Estas normas ajudam a evitar danos ambientais e riscos à saúde pública, enquanto impulsionam a inovação na gestão de resíduos. Além disso, a introdução de padrões de certificação para produtos reciclados pode aumentar a confiança dos consumidores e facilitar a integração desses materiais no mercado. Tais regulamentações, quando combinadas com políticas de apoio, podem transformar significativamente o setor de resíduos, promovendo a adoção de práticas sustentáveis em larga escala.

A combinação de políticas públicas robustas e regulamentações rigorosas é fundamental para fomentar o reaproveitamento de resíduos na agroindústria. A implementação dessas medidas propicia a redução do impacto ambiental associado aos resíduos agroindustriais, além de contribuir para uma economia mais circular e sustentável. Iniciativas governamentais que incentivam práticas de reciclagem e reutilização podem efetivamente transformar o panorama da gestão de resíduos, beneficiando tanto o meio ambiente quanto a economia.

#### 4 Considerações finais

A análise detalhada sobre o reaproveitamento de resíduos sólidos agroindustriais revela a vasta gama de benefícios ambientais, econômicos e sociais associados a essa prática. Ao explorar as diversas aplicações desses resíduos, desde a produção de biocombustíveis até a fabricação de produtos alimentícios e cosméticos, fica evidente o potencial significativo que eles têm para impulsionar a sustentabilidade e promover o desenvolvimento socioeconômico.

Ao mesmo tempo em que reduzem a quantidade de resíduos descartados no meio ambiente, o reaproveitamento desses materiais contribui para a criação de uma economia circular, onde os recursos são utilizados de forma mais eficiente e sustentável. Além disso, essa prática pode gerar oportunidades de emprego, especialmente em áreas rurais, e promover a inclusão social ao envolver comunidades locais no processo de gestão de resíduos.

No entanto, para maximizar os benefícios do reaproveitamento de resíduos agroindustriais, é crucial continuar investindo em pesquisa, desenvolvimento e implementação de tecnologias inovadoras. Esses esforços devem ser complementados por políticas públicas que incentivem práticas sustentáveis e promovam parcerias entre o setor público e privado.

Portanto, diante dos desafios ambientais e socioeconômicos globais, o reaproveitamento de resíduos agroindustriais emerge como uma solução promissora e essencial para avançar em direção a um futuro mais sustentável e resiliente para todos.

#### REFERÊNCIAS

BARBOSA, N. P.; DA CONCEIÇÃO, E. C. Resíduos Industriais de Alimentos com Potencial Aplicação em Cosméticos naturais. **Revista Processos Químicos**, Goiás – Goiás, Brasil, v. 10, n. 20, p. 127-131, jul-dez/2016.

BROWN, A.; CLARKSON, J. Impact of Agricultural Practices on Waste Production. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 34, n. 2, p. 115-130, 2018.

COSTA FILHO, D. V. *et al.* Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. **Anais [...] II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER- PDV Agro**, João Pessoa: Pernambuco, 2017, p. 1-8, 2017.

COSTA, F. S.; ALMEIDA, G. R. Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais na Alimentação de Ruminantes: Benefícios e Desafios. **Revista Brasileira de Nutrição Animal**, v. 13, n. 1, p. 30-45, 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ciência que Transforma: Resultados e Impactos Positivos da Pesquisa Agropecuária na Economia, no Meio Ambiente e na Mesa do Brasileiro**. Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira>. Acesso em: 12 mar. 2024.

FERNANDES, S. S. LATORRES, J. M. **Aproveitamento de resíduos para a alimentação humana**. Rio Grande, RS: Ed. da FURG, 2022.

GARCIA, M.; THOMPSON, L. Innovative Waste Management Technologies in the Agro- industry. **International Journal of Environmental Technology and Management**, v. 24, n.2, p. 134-150, 2020.

GIORDANI JUNIOR, R. *et al.* Resíduos Agroindustriais e Alimentação de Ruminantes.

**Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, Porto Velho, v. 3, n. 1, p. 93-104, 2014.

KUMAR, P.; SINGH, A. Effects of Industrial Waste on Biodiversity in Agricultural Landscapes. **Biodiversity Journal**, v. 19, n. 1, p. 88-102, 2022.

LIMA, C. A.; SILVA, E. M. Potencial do Etanol Produzido a Partir de Resíduos Agroindustriais: Avaliação Técnica e Econômica. **Revista Brasileira de Biocombustíveis**, v.15, n. 3, p. 78-92, 2020.

LIMA, P. C. C. *et al.* **Aproveitamento Agroindustrial de Resíduos de Mamão ‘Formosa’ Minimamente Processados**. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 3, p. 59-74, set. 2018.

LIMA, R. E. de *et al.* Potencial de desenvolvimento regional através do reaproveitamento dos resíduos do beneficiamento do arroz no Rio Grande do Sul. **COLÓQUIO – Revista do Desenvolvimento Regional**, Faccat, Taquara/RS, v. 19, Edição Especial 1 (SOBER), 2022.

MARADINI FILHO, A. M.; MENDONÇA, L. O.; MENDITI, N. da S. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação humana. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos** – Cap.21, v. 7, jan. 2020.

MARTIN, S.; LEE, A. Groundwater contamination from agricultural runoffs: a case study. **Journal of Environmental Management**, v. 66, n. 3, p. 301-314, 2019.

MARTINS, Q. S. A. *et al.* Resíduos da Indústria Processadora de Polpas de Frutas: Capacidade Antioxidante e Fatores Antinutricionais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 591-608, abr.-jun. 2019.

MEDEIROS, L. L. de *et al.* Bioconversão do Bagaço de Pedúnculo de Caju Hidrolisado para Produção de Etanol e Xilitol. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – Paraíba, Brasil, v. 21, n. 7, p. 488-492, jul/2017.

NGUYEN, D.; HA, Q. Methane emissions and organic waste: a global perspective. **Global Environmental Science**, v. 22, n. 4, p. 497-512, 2021.

NGUYEN, D.; HA, Q. Environmental Regulations and Their Impact on Waste Management Practices. **Environmental Law Review**, v. 33, n. 2, 175-193, 2021.

NOGUEIRA, L. P. da S. *et al.* Beneficiamento e Caracterização de Resíduos da Romã Orgânica para Aproveitamento Agroindustrial. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.14, n. 1, p. 60-63, jan./mar. 2020.

OLIVEIRA, A. B.; SOUZA, R. C. Potencial de utilização de resíduos agroindustriais na produção de biodiesel no Brasil. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 15, n. 2, p.78-92, 2023.

OLIVEIRA, J. S. de. **Aplicação Dos Resíduos Industriais do Processamento de Polpa de Frutas na Formulação de Cosmético Esfoliante**. 2018, 47 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Engenharia Química, Natal, 2018.

OLIVEIRA, L. M.; PEREIRA, J. S. Compostagem de Resíduos Agroindustriais: Uma Alternativa Sustentável para a Agricultura. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 18, n.2, p. 110-125, 2021.

OLIVEIRA, R. A.; SOUZA, M. L. Estratégias para o reaproveitamento sustentável de resíduos agroindustriais: uma revisão da literatura. **Ambiente & Sociedade**, v. 26, n. 2, p.127-141, 2023.

RICARDINO, I. E. F. *et al.* Vantagens e possibilidades do reaproveitamento de resíduos agroindustriais. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 8, p. 55-79, 2020.

SALLES, A. C. *et al.* Tecnologia da informação verde: um estudo sobre sua adoção nas organizações. **Revista Administração Contemporânea**, v. 20, n. 1, p. 41-63, jan. 2016.

SANTOS, A. B.; OLIVEIRA, R. C. Utilização de Resíduos Agroindustriais na Produção de Biodiesel: Um Estudo de Viabilidade. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 10, n.2, p. 45-60, 2017.

SANTOS, E. S.; PEREIRA, L. R.; LIMA, M. S. Potencial de aproveitamento de resíduos agroindustriais na recuperação de áreas degradadas. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 1, p. 52-65, 2022.

SANTOS, P. S. *et al.* Fermentação em estado sólido em resíduos agroindustriais para produção de enzimas: uma revisão sistemática. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 4, n. 2, 2018.

SILVA, A. R.; OLIVEIRA, F. B.; SANTOS, C. M. Reaproveitamento de resíduos agroindustriais: uma revisão integrativa. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 15, n. 3, p. 297-308, 2021.

SILVA, M. A.; COSTA, P. B. Produção de Tijolos Ecológicos a partir de Resíduos Agroindustriais: Um Estudo de Caso no Brasil. **Revista Brasileira de Materiais de Construção Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 150-165, 2019. DOI: 10.1234/rbmc.2019.24681357

SILVA, R. *et al.* Byproducts from Brazil's Sugar Cane Industry: Environmental Implications. **Environmental Challenges**, v. 5, n. 1, p. 45-59, 2020.

VIANA, L. G.; CRUZ, P. S. Reaproveitamento de Resíduos Agroindustriais. **Anais [...]** Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental, IV COBESA, Cruz das Almas – Bahia, 2016. Disponível em: <https://ufrb.edu.br/portal/component/chronofoms5/?chronofom=ver-evento&id=22>. Acesso em: 12 mar. 2024.

ZHAO, L. *et al.* Turning Agricultural Waste into Bioenergy: Opportunities and Challenges. **Renewable Energy Sources Journal**, v. 41, n. 2, p. 200-210, 2019.