

## **SIMBIOSE INDUSTRIAL: UM NOVO PARADIGMA PARA A INDÚSTRIA SUSTENTÁVEL**

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.V-005>

Selma Clara de Lima(\*), Rosana Vilarim da Silva e Jacqueline Rogéria Bringhamti  
Mestranda Profissional em Tecnologias Sustentáveis (PPGTECS) do IFES – Campus Vitória/ES.

### **RESUMO**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei Nº. 12.305/2010, visa promover uma gestão sustentável dos resíduos. O Brasil enfrenta desafios significativos para alcançar os objetivos da PNRS, especialmente no que diz respeito à baixa taxa de reciclagem. A taxa, que antes era de cerca de 4%, evoluiu para 8%, mas esse número ainda está muito abaixo do potencial de aproveitamento dos materiais recicláveis. O Decreto Nº. 14.043/2022, que integra o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), introduz novas diretrizes para enfrentar esses problemas. Embora a resolução CONAMA Nº. 313/2002 tenha criado o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais para monitorar os resíduos industriais, a implementação tem sido limitada ao longo de 23 anos. O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), criado em 2021, visa centralizar e monitorar dados, mas ainda apresenta lacunas na disponibilização de informações sobre resíduos industriais. Este estudo analisa o gerenciamento de resíduos industriais conforme a legislação atual e examina o impacto da falta de dados detalhados para um futuro sustentável. Utilizando uma abordagem quali-quantitativa e levantamento bibliográfico em plataformas como SINIR, Confederação Nacional da Indústria (CNI) e Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), os resultados indicam que a baixa cobertura e a falta de dados atualizados dificultam a implementação efetiva da simbiose industrial. A pesquisa destaca a necessidade de um inventário robusto e de uma plataforma nacional para facilitar a gestão e o compartilhamento de resíduos entre indústrias. Ações como essas colaboram para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e promovem um desenvolvimento industrial sustentável.

**PALAVRA-CHAVE:** Resíduos, Inventário e Neointustrialização

### **ABSTRACT**

The National Solid Waste Policy (PNRS), established by Law Nº. 12,305/2010, aims to promote sustainable waste management. Brazil faces significant challenges in achieving the PNRS objectives, especially with regard to its low recycling rate. The rate, which was previously around 4%, has increased to 8%, but this figure is still far below the potential for using recyclable materials. Decree Nº. 14,043/2022, which is part of the National Solid Waste Plan (PLANARES), introduces new guidelines to address these issues. Although CONAMA Resolution Nº. 313/2002 created the National Inventory of Industrial Solid Waste to monitor industrial waste, implementation has been limited over the past 23 years. The National Information System on Solid Waste Management (SINIR), created in 2021, aims to centralize and monitor data, but it still presents gaps in the provision of information on industrial waste. This study analyzes industrial waste management according to current legislation and examines the impact of the lack of detailed data on a sustainable future. Using a qualitative-quantitative approach and a bibliographic survey on platforms such as SINIR, the National Confederation of Industry (CNI), and the Brazilian Association of Waste and Environment (ABREMA), the results indicate that low coverage and lack of updated data hinder the effective implementation of industrial symbiosis. The research highlights the need for a robust inventory and a national platform to facilitate the management and sharing of waste between industries. Actions such as these contribute to the Sustainable Development Goals (SDGs) and promote sustainable industrial development.

**KEY WORDS:** Waste, Inventory and Neo-industrialization

## INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela Lei Nº. 12.305/2010 trata do manejo, gestão e disposição final dos resíduos sólidos no país, após quase 15 da lei são vários os avanços significativos na gestão de resíduos, priorização da prevenção e redução de resíduos, responsabilidade compartilhada, incentivo à reciclagem e à valorização de resíduos, planos de gerenciamento de resíduos e estímulo à inclusão social e econômica (BRASIL, 2021).

Apesar desses avanços apenas 8% dos resíduos sólidos urbanos são reciclados no Brasil (ABREMA, 2025), somado ao consumo desenfreado e consequente aumento da geração de resíduos sólidos, no contexto industrial além da necessidade de gerir maior quantidade de resíduos, esse tipo em específico contribui para o agravamento dos problemas ambientais, proporcionando assim um aumento dos impactos ambientais em decorrência da destinação final inadequada sem considerar o ciclo fechado, a chamada economia circular.

Para reafirmar a necessidade de avançar na efetiva implementação de suas diretrizes e metas, é instituído o decreto Nº.14.043/2022 do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), reforçando as diretrizes aplicáveis ao gerenciamento dos resíduos sólidos (não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos) com marcos temporais de início do decreto estabelecido o ano de 2024 e fim em 2040, orientando a adoção de Produção Mais Limpa e Manufatura Enxuta e Simbiose industrial (SI).

No entanto, para enfrentar esses desafios um pilar importante é a gestão de informações, compreendendo integração entre os sistemas de informação atualizados em todo o país. Criado pela resolução do CONAMA Nº.313/2002 o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, estabelece diretrizes para a elaboração de inventários por parte das indústrias, orientando informações detalhadas sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos. O inventário é uma ferramenta essencial para promover o desenvolvimento sustentável e a gestão ambientalmente responsável das atividades industriais no Brasil, alinhando-se com as diretrizes da PNRS e contribuindo para a preservação dos recursos naturais e da qualidade de vida das populações.

## OBJETIVO

O objetivo do artigo é analisar e discutir o gerenciamento dos resíduos industriais no contexto da legislação de inventário de resíduos industriais e os impactos da ausência de disponibilização de informações que possam contribuir para um futuro mais sustentável e consciente ambientalmente, como a adoção da simbiose industrial.

## METODOLOGIA

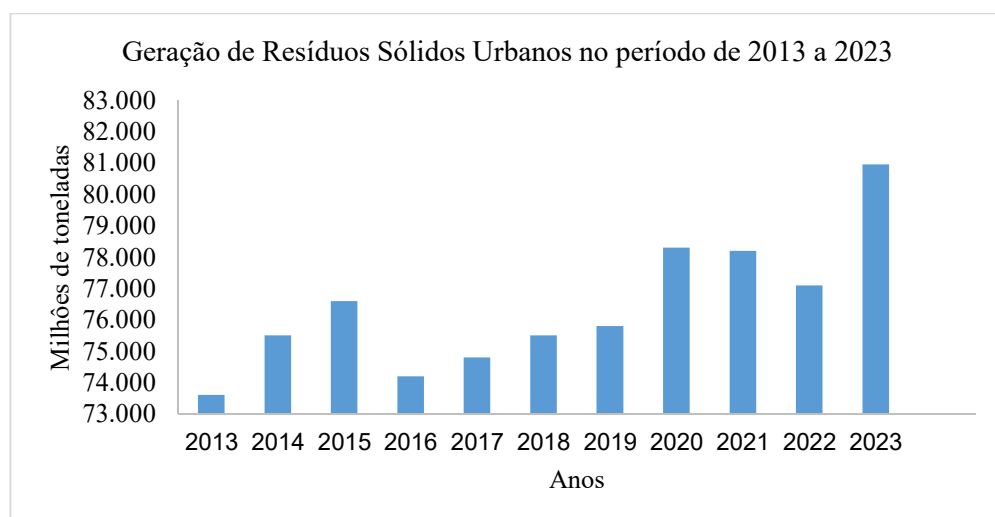
Para analisar o gerenciamento de resíduos industriais à luz da legislação vigente e dos impactos da ausência de informações detalhadas, a pesquisa adota uma abordagem qualitativa e quantitativa, o levantamento bibliográfico para buscar conhecimento que desse uma visão panorâmica sobre e geração de Resíduos nas plataformas: CAPES, Google Acadêmico e sites como Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) e Confederação Nacional da Indústria (CNI) entre outros e órgãos representativos. Na etapa de análise de dados, utilizou-se de dados provenientes de plataformas como o SINIR e a ABREMA. O objetivo é avaliar a disponibilidade e a qualidade das informações sobre resíduos industriais e identificar lacunas na gestão e compartilhamento de dados,

que impactam na simbiose industrial. E avalia-se como as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) podem ser melhor implementadas para promover uma gestão mais eficiente dos resíduos com implantação de simbiose industrial alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

## RESULTADOS

Conforme pode ser observado na figura 1, a partir de 2019 houve um crescimento na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), o que também pode ser explicado pela retomada da economia (ABREMA, 2025). No entanto, é essencial que também seja gerado um banco de dados robusto de resíduos industriais, que permita conhecer a quantidade de resíduo industrial efetivamente produzido no Brasil, possibilitando a geração de séries históricas e a avaliação da qualidade dos dados publicados para uma melhor gestão dos resíduos industriais gerados.

A seguir, a figura 1 dispõe sobre a evolução da geração de RSU no país no período de 10 anos.



**Figura 1: Evolução de RSU no período de 2013 a 2023. Fonte: ABREMA (2025) - Elaborado pelos autores**

A PNRS estabelece ordem de prioridade que deve ser observada na gestão dos resíduos sólidos desde a não geração à destinação adequada, e para a indústria exige investimentos em modificar linhas de produção, design de produto estabelecer novas conhecer e estabelecer o ciclo de vida para vencer as barreira significativas como, por exemplo, incentivos econômicos, subsídios governamentais que viabilizem a promoção de práticas de sustentabilidade.

O Brasil privilegiou historicamente o aterramento dos resíduos, sejam controlados ou sanitários, dada a abundância de áreas disponíveis e os custos inferiores a qualquer outro tipo de eliminação, tornando-se mais acessível e econômico. No entanto, é importante refletir e busca na direção de práticas mais sustentáveis entre elas está a simbiose industrial reduzindo a necessidade de extrair novos recursos naturais, economizando energia, água e resíduos diminuindo a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários (BAPTISTA, 2018).

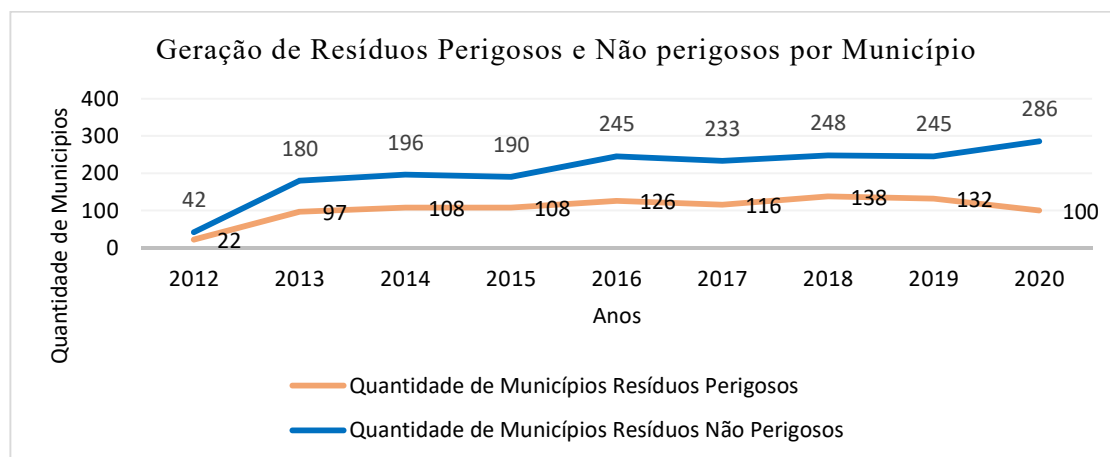
Conforme apontado por Ehrenfeld e Chertow (2012), a simbiose industrial é uma ferramenta que contribui para alcançar a sustentabilidade, mas é necessário, entre outros requisitos, conhecer a tipologia, o volume, o tipo de indústria geradora, a periodicidade e o local de geração. Esses dados

são importantes e precisam estar disponíveis para possibilitar a implementação da simbiose, uma vez que, ao conhecer os resíduos gerados pelas indústrias, é possível estabelecer trocas ou compartilhamento de recursos, sendo os resíduos um desses recursos. É fundamental o gerenciamento de resíduos industriais no nível municipal e estadual, em todas as etapas do inventário de resíduos industriais, para permitir consulta. Somente com o envolvimento do poder público, das organizações e da academia será possível avançar na implantação da simbiose industrial (CAMPAROTTI, 2019).

O Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, estabelecido no CONAMA Nº. 313/2002 é um conjunto de informações sobre geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final desta tipologia tendo sido elaborado no atendimento aos Programas Estaduais e Plano Nacional para Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais (PGRSI) e essas informações buscam preencher a lacuna da ausência de informações precisas sobre a quantidade, os tipos e os destinos dos resíduos sólidos gerados nos pelas indústrias do país.

Criado em 2019, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SNIR) é responsável por armazenar as informações do inventário de resíduos de atividades potencialmente poluidoras, sendo possível consultar as etapas de geração, armazenamento e distribuição, instrumento da PNRS, tornou obrigatória em 2021, a emissão declaratória e digital do Manifesto de Transporte Resíduos (MTR), para permitir a rastreabilidade dos resíduos em todo o território nacional, a funcionalidade para cadastro do MTR, que contempla o “Inventário de resíduos”, criado em 2022 na página eletrônica do SINIR. A consulta ao SINIR permite consultar somente até o ano de 2020, a base de dados está insuficiente e os dados estão desatualizados, impossibilitando a implementação da troca de resíduos. É necessário a existência de plataforma nacional que permita a para permitir a gestão compartilhada das informações.

A seguir, o gráfico 2 dispõe sobre a quantidade de municípios que declararam os resíduos perigosos e não perigosos no período de 2012 a 2020, sendo possível chegar a 947 municípios que declararam resíduos perigosos e 1865 municípios não perigosos no período, uma quantidade muito inferior ao total de municípios brasileiros que deveria cadastrar seus dados. Os dados mostram que ainda há muito para avançar e tornar o SINIR uma fonte de dados nacionais de resíduos industriais. Abaixo, na figura, 2 encontram-se informações relativas aos municípios declarantes de resíduos perigosos e não perigosos.



**Figura 2: Quantidade de municípios declarado de resíduos perigosos e não perigosos de 2012 a 2020.**

**Fonte: SNIR (2023) - Elaborado pelos autores**

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 9, visa construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização e fomentar a inovação, e o ODS 12, tem em vista garantir padrões de consumo e produção sustentáveis, ambos delineando um desafio crucial para o desenvolvimento sustentável. A meta é avançar na industrialização sem comprometer a redução da extração de matérias-primas e a minimização dos impactos ambientais associados à geração e descarte de resíduos. Embora isso possa parecer paradoxal, a solução está na adoção de práticas alinhadas com os princípios da Indústria 4.0 e da simbiose industrial. A Indústria 4.0 proporciona tecnologias e processos que otimizam a produção, enquanto a simbiose industrial promove a sinergia ao compartilhar recursos industriais dentro de uma rede simbiótica (FISCILETTI et al., 2022).

E para contribuir com o desenvolvimento a Economia Circular (EC) oferece uma abordagem inovadora para propondo um ciclo fechado de materiais. Em vez de depender da extração contínua de novas matérias-primas, a EC enfatiza a recuperação, reprocessamento e reintegração de materiais na cadeia produtiva, o decreto Nº. 12.082/2024, institui a estratégia nacional de economia circular com o objetivo de incentivar a redução de demanda por recursos naturais e minimiza o impacto ambiental, promovendo uma redução significativa na geração de resíduos. É importante ressaltar as que o uso em conjunto de ferramentas em como simbiose industrial resalta a importância da cooperação entre empresas para compartilhar recursos como materiais, água e energia.

Essa colaboração não só reduz o desperdício como também contribui para reduzir os impactos dos eventos climáticos, mas também promove o crescimento econômico e social ao criar oportunidades tecnológicas e operacionais através do compartilhamento de informações e experiências (SILVA, 2020).

Em uma pesquisa promovida pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), em 2019, avaliou-se a prática da economia circular nas indústrias brasileiras sendo observado: o uso de insumos circulares, que inclui utilizar materiais provenientes de reparos, remanufatura, reciclagem ou o uso de materiais renováveis; e a recuperação de produtos, que trata da simbiose industrial, caracterizada pela permuta de resíduos entre as empresas. Esta mesma pesquisa constatou que o tema economia circular ainda era visto como novidade por cerca de 70% das indústrias brasileiras, sobretudo nas indústrias de médio e pequeno porte; já nas indústrias de maior porte ficou mais evidenciada a visão da sustentabilidade atrelada à competição de mercado.

Nas últimas décadas, o setor industrial enfrenta um período de desaceleração, enquanto o setor terciário tem se destacado como o principal motor da economia global. Esse fenômeno é particularmente notável em países emergentes, que têm diversificado e modernizado suas economias para impulsionar o crescimento. No entanto, a importância da indústria como pilar fundamental do desenvolvimento econômico e social continua a ser reconhecida, exigindo uma modernização significativa para manter sua relevância e eficiência (CNI, 2022).

Para enfrentar esses desafios, o Brasil está implementando a Nova Indústria Brasil (NIB), uma estratégia focada na modernização da indústria nacional por meio de inovação e sustentabilidade. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI) desempenha um papel crucial nessa transformação, buscando estimular o desenvolvimento produtivo e tecnológico do setor. As principais iniciativas incluem: Metas para 2033: O NIB estabelece metas claras para melhorar o desempenho da indústria até 2033, centradas na inovação e sustentabilidade; Transformação



Digital: A integração da Indústria 4.0, com a digitalização e a automação dos processos produtivos, visa aumentar a produtividade e a eficiência e Sustentabilidade: A adoção de práticas sustentáveis e a redução do impacto ambiental são elementos centrais da estratégia, alinhando-se às diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (CNDI, 2024).

A neoindustrialização verde é um conceito que busca revitalizar o setor industrial através da integração de práticas e tecnologias sustentáveis. Esse conceito é essencial para atender às metas de sustentabilidade estabelecidas pela Agenda 2030, promovendo um crescimento industrial que respeita os limites ambientais. Trazendo para o centro da discussão a preocupação com os resíduos industriais na abordagem de simbiose industrial. A integração da neoindustrialização verde em conjunto com a abordagem de simbiose industrial, representa uma abordagem promissora para revitalizar o setor industrial de maneira sustentável. Alinhando-se com a Agenda 2030, essas estratégias podem transformar o setor industrial, tornando-o mais eficiente, menos poluente e mais alinhado com os objetivos globais de desenvolvimento sustentável. A gestão eficaz de resíduos e a inovação tecnológica serão essenciais para alcançar esses objetivos e garantir um futuro industrial verde e sustentável (CNI, 2024).

## CONCLUSÕES

A pesquisa mostrou a importância da adoção de iniciativas para implantação de simbiose industrial, entre elas o inventário de resíduos de forma permitir a consulta dos resíduos gerados para propiciar a troca entre as indústrias, mas sem perder de vista o papel importante das organizações para superar as obstruções circundantes relacionadas a gestão do resíduo industrial. No Brasil, a PNRS e o PLANARES, dentre outras legislações, representam os principais esforços em prol do desenvolvimento sustentável, ficando como desafio de todos (poder público, organizações e a sociedade) tirar do papel e, cumpri-las a exemplo dos ODS e Agenda 2030 pela Organização das Nações Unidas (ONU), visando compatibilizar o progresso das nações à qualidade de vida das populações e à preservação do meio ambiente, buscando harmonia entre produção, consumo e sustentabilidade.

Sendo necessário a construção de modelo de gestão com foco especializado em inovação, buscando avançar em paradigmas e atender os resíduos da neoindustrialização e que aumentarão a geração de resíduos, mas com adoção de redes simbióticas para integrar revitalizando o setor industrial promovendo o desenvolvimento sustentável industrial e criando um setor moderno podendo trazer benefício ambiental, econômico e social minimizando, os riscos à sociedade e ao ecossistema.

Em suma, o desenvolvimento sustentável requer atuação efetiva de governos, organizações, universidades e sociedade para preservar o meio ambiente, gerar empregabilidade e renda que permita destacando a importância de práticas como a simbiose industrial para promover um ciclo fechado e sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA). **Panorama 2023**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 20 jan.2025.
2. BAPTISTA, Karina Gonçalves de Almeida Souza. **Valorização social de resíduos orgânicos para o turismo no Brasil**. Disponível em: [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/35190/1/ulsd732341\\_td\\_tese.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/35190/1/ulsd732341_td_tese.pdf). Acesso em: 11 fev. 2025.

3. BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.** Diário Oficial da União, p. 1, Brasília, DF, 2010.
4. BRASIL. Decreto nº 11.043 de 13 de abril de 2022. **O Plano Nacional de Resíduos Sólidos Diretrizes, estratégias, ações e metas para modernizar a gestão de resíduos sólidos no País, de forma a colocar em prática os objetivos previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União, p. 1, Brasília, DF, 2022.
5. BRASIL. Decreto nº 12.082 de 27 de junho de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Diário Oficial da União, p. 1, Brasília, DF, 2024.
6. CAMPAROTTI, Carlos Eduardo Soares. **Análise da simbiose industrial por meio da simulação baseada em agentes: aplicação no setor agroindustrial.** Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/12243>. Acesso em: 12 mar. 2025.
7. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Gerência executiva de meio ambiente e sustentabilidade. Pesquisa sobre Economia Circular: 2019.** Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/4/pesquisa-sobre-economia-circular-2019/>. Acesso em: 15 jan. 2025.
8. EHRENFELD, John R. e CHERTOW, Marian Ruth. **Self-Organizing Systems.** Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/264528587\\_Self-Organizing\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/264528587_Self-Organizing_Systems). Acesso em: 11 mar. 2025. DOI:10.1111/j.1530-9290.2011. 00450.x.
9. FISCILETTI, Rossana Marina de Seta; MATOS, Erika Tavares Amaral Rabelo de; JUNIOR, João Batista. Soares da Costa. **Plano nacional de resíduos sólidos na indústria 4.0: auxilia a sustentabilidade do mercado de consumo?** Disponível em <https://www.faar.edu.br/portal/revistas/ojs/index.php/arel-faar/article/view/393/>. Acesso em: 27 mar. 2025. <https://doi.org/10.14690/2317-8442.2020v803393>.
10. SILVA, Emilly Araújo. **A Aplicação do Conceito de Simbiose Industrial na Indústria de Alimentos.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/knCtPFSq7BtKBWb4XKtRPwM/?>. Acesso em: 27 jan. 2025.