

IMPLANTAÇÃO DE SIMBIOSE EM POLO INDUSTRIAL: REQUISITOS ESSENCIAIS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.V-006>

Selma Clara de Lima(*), Rosana Vilarim da Silva e Jacqueline Rogéria Bringhenti

* Mestranda Profissional em Tecnologias Sustentáveis (PPGTECS) do IFES – Campus Vitória/ES.

RESUMO

O descarte inadequado de resíduos resultantes dos processos produtivos pode causar danos severos ao meio ambiente, exigindo soluções inovadoras e eficazes. Nesse contexto, a simbiose industrial se destaca como uma estratégia promissora, baseada na colaboração entre empresas para otimizar o uso de recursos, reduzir desperdícios e minimizar impactos ambientais. A simbiose industrial envolve a troca de resíduos, energia e outros subprodutos entre empresas, formando uma rede colaborativa que permite o reaproveitamento de materiais e a maximização da eficiência nos processos. Esse modelo tem sido adotado com sucesso em diversos países, como Reino Unido, Finlândia e Austrália, Dinamarca e China demonstrando sua viabilidade prática e os benefícios para as empresas e para o meio ambiente. No entanto, a falta de políticas públicas e incentivos adequados ainda dificulta sua implementação no Brasil. Para superar essas barreiras, é necessário adotar uma abordagem integrada, envolvendo o governo, as indústrias e as universidades, criando um ambiente propício à colaboração e ao desenvolvimento sustentável. Em polos industriais, a proximidade entre as indústrias e a similaridade nos processos produtivos facilitam a criação dessas redes simbióticas, promovendo um ciclo virtuoso de economia circular, onde resíduos se transformam em recursos valiosos. Este trabalho explora a importância da simbiose industrial na gestão eficaz de resíduos industriais, destacando as etapas essenciais para sua implementação e os benefícios gerados por esse modelo para a sustentabilidade ambiental, eficiência econômica e desenvolvimento social.

PALAVRA-CHAVE: Resíduo Industrial, Sustentabilidade e Economia Circular

ABSTRACT

Improper disposal of waste resulting from production processes can cause severe damage to the environment, requiring innovative and effective solutions. In this context, industrial symbiosis stands out as a promising strategy, based on collaboration between companies to optimize the use of resources, reduce waste and minimize environmental impacts. Industrial symbiosis involves the exchange of waste, energy and other by-products between companies, forming a collaborative network that allows the reuse of materials and the maximization of process efficiency. This model has been successfully adopted in several countries, such as the United Kingdom, Finland and Australia, Denmark and China, demonstrating its practical feasibility and the benefits for companies and the environment. To overcome these barriers, it is necessary to adopt an integrated approach, involving the government, industries and universities, creating an environment conducive to collaboration and sustainable development. In industrial hubs, the proximity between industries and the similarity in production processes facilitate the creation of these symbiotic networks, promoting a virtuous cycle of circular economy, where waste is transformed into valuable resources. This paper explores the importance of industrial symbiosis in the effective management of industrial waste, highlighting the essential steps for its implementation and the benefits generated by this model for environmental sustainability, economic efficiency and social development.

KEY WORDS: Industrial Waste, Sustainability and Circular Economy

INTRODUÇÃO

Os resíduos industriais são grandes responsáveis pelas agressões ao meio ambiente devido aos poluentes gerados. Toda sobra de material utilizada na produção industrial precisa ser avaliada para ser descartada corretamente, seguindo controle e método específico. Muitos dos resíduos originados de processos industriais, a composição é mista e, muitos deles, podem ser perigosos, trazendo consequências negativas não só para o meio ambiente, mas também para a saúde pública (LOPES, 2006).

A sociedade atual enfrenta o constante desafio de mudar o processo da produção industrial bem como o processo de disposição dos resíduos decorrentes, em direção a uma forma mais sustentável na utilização dos recursos naturais limitados (OHNISHI et al., 2012). Entretanto, uma sociedade sustentável necessita que eficientes técnicas sejam desenvolvidas ou aprimoradas (SMITH e BALL, 2012).

A Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), determina que o gerador de resíduos deve implementar um programa de minimização de resíduos em suas instalações, com o objetivo de desviar esses rejeitos dos aterros e utilizá-los como insumos em outros processos produtivos, minimizando os impactos ambientais e atendendo à responsabilidade compartilhada (BRASIL, 2010).

De acordo com Chertow (2000), a cidade de Kalundborg, na Dinamarca, é pioneira no funcionamento da simbiose industrial (SI) no mundo. Na pequena cidade portuária, foi construído um modelo colaborativo, no qual os parceiros fornecem, compartilham e reutilizam recursos para criar valor. Iniciado na década de 1970, o modelo permite a transferência de gás natural, cinzas, energia, tratamento de água, venda de coprodutos e o compartilhamento de resíduos, formando uma rede eficiente onde os resíduos de uma indústria se tornam recursos para outras. O compartilhamento de ciclo fechado de produção industrial foi sendo aperfeiçoado e permite integrar empresas públicas e privadas, servindo de modelo para o desenvolvimento de projetos de simbiose industrial em vários países (SHELL et al., 2016).

As experiências bem-sucedidas de simbiose industrial apontam para a participação governamental efetiva nas ações conjuntas com as empresas, promovendo melhorias significativas quanto à otimização no uso dos recursos naturais e à redução de resíduos (YOON et al., 2018; LAVAL et al., 2021; WALKER et al., 2021). Lybæk et al. (2021) relatam que um importante motor para o desenvolvimento da simbiose industrial é a implementação de incentivos e políticas de apoio às empresas locais.

Outros exemplos de simbiose industrial são Coreia, Reino Unido, Finlândia e China; especialmente a China tem se destacado como um modelo de sucesso em sustentabilidade, na área de economia circular e simbiose industrial, esse sucesso é evidenciado pelos resultados positivos obtidos com o desenvolvimento de parques eco industriais, onde a colaboração entre o setor público e privado tem sido essencial para a redução de emissões de poluentes (MENEHETTI & NARDIN, 2012; RAAFAT et al., 2013; DONG et al., WEN; MENG, 2015; SHARIB, HALOG, 2017; BALDASSARRE et al., 2019) e WALKER et al., 2021).

Experiências bem-sucedidas, como a do Reino Unido com o *National Industrial Symbiosis Program* (NISP), são direcionadas à implementação de simbioses industriais, possibilitando a aproximação entre organizações e a consequente criação de redes de interação entre as indústrias (FERRÃO, 2009).

No Brasil, um exemplo de sucesso é o Programa Mineiro de Simbiose Industrial (PMSI), implementado no estado de Minas Gerais, que envolveu indústria, academia e governo ao promover a troca de resíduos e recursos, criando redes de colaboração mútua (MAGRINI et al., 2018). No entanto, as referências brasileiras sobre a temática de simbiose industrial ainda são limitadas e estão concentradas principalmente nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia e Ceará.

OBJETIVO

A pesquisa tem como objetivo apresentar as etapas necessárias para a implementação de simbiose industrial em polos industriais, visando a redução da geração de resíduos em regiões industriais.

METODOLOGIA

A pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa descritiva de levantamento bibliográfico, escolhendo as seguintes bases de dados: Science Direct e Scopus, abrangendo o período de 2009 a 2025. Essa busca resultou na seleção criteriosa de publicações sobre simbiose industrial

RESULTADOS

Complexos Industriais são caracterizados por indústrias localizadas fisicamente próximas umas das outras, com interações estreitas entre si. Baldwin (2008) argumenta que o regime é determinado pela distribuição espacial e geográfica. Essas indústrias geralmente envolvem um alto consumo de energia e geram grandes quantidades de resíduos, configurando o que pode ser denominado de complexos industriais clássicos. Já os parques industriais mistos ou polos industriais em sua maioria são constituídos por pequenas e médias empresas ou indústrias, essas áreas possuem pouca ou nenhuma interação entre as unidades. Devido ao porte menor das indústrias, as atividades nesses parques não envolvem um grande consumo energético nem a produção significativa de resíduos, conforme descrito por (LAMBERT e BOONS, 2002).

A diferença principal entre um aglomerado industrial em um eco parque industrial (EPI) está na organização e no propósito planejado do espaço. Enquanto um aglomerado industrial pode surgir de forma espontânea, com base na proximidade geográfica e interesses comuns de mercado, um eco parque industrial é pensado e estruturado desde a sua concepção para facilitar a troca de recursos e promover práticas sustentáveis. Ambos, porém, têm em comum a busca pela colaboração entre empresas, visando otimizar recursos, reduzir custos e minimizar os impactos ambientais. Essa classificação ajuda a compreender as diferentes configurações industriais e seus impactos econômicos e ambientais (BALDWIN, 2008).

Já polos e distritos industriais, surgem da existência de infraestrutura compartilhada, como estradas, energia elétrica, água e tratamento de resíduos, esses serviços são projetados para promover a colaboração entre empresas, permitindo a troca de recursos e facilitando a implementação de práticas de economia circular e sustentabilidade com apoio governamental. Dentro desse contexto, a simbiose industrial se destaca como um modelo no qual as atividades econômicas se organizam de forma integrada, por meio de retroalimentação (LOURENÇO E CHIARAMONTI, 2015). Regiões industriais que apresentam oportunidades de aplicação do conceitos de ecologia industrial (EI) possibilitam o desenvolvimento da atividade industrial de maneira mais eficiente e sustentável Magrini et al., (2018), levando aos objetivos centrais da simbiose industrial, que, com uma infraestrutura adequada, pode se tornar um modelo de desenvolvimento sustentável eficaz.

Em um modelo avançado de arranjo industrial surgem os EPI's são áreas especialmente planejadas para promover práticas industriais sustentáveis e ambientalmente responsáveis, em seu objetivo principal é minimizar os impactos ambientais das atividades industriais e promover a eficiência no uso de recursos. Desde o início, esses parques são projetados com foco na sustentabilidade ambiental, o que inclui a escolha de localizações que reduzem os impactos negativos em ecossistemas sensíveis e a incorporação de tecnologias que diminuem o consumo de recursos

naturais e a geração de resíduos. A gestão dentro de um eco parque industrial é integrada, coordenando as operações diárias das empresas e promovendo a colaboração entre elas, o que permite a troca de melhores práticas e a implementação de soluções sustentáveis em conjunto. Os parques eco industriais são comunidades de empresas que buscam melhorar os resultados econômicos, sociais e ambientais por meio da cooperação, lidando de forma integrada com recursos e desafios ambientais (MAGRINI et al., 2018).

Até alcançar o modelo avançado de eco parque industrial e obter os benefícios que essa estrutura oferece, é possível implementar melhorias e avançar em ações que possam desenvolver de polos ou distritos industriais existentes no país, aprimorando sua gestão, especialmente de resíduos. Isso envolve uma abordagem estratégica, focada no fortalecimento das infraestruturas, na modernização dos processos produtivos, no aprimoramento das cadeias produtivas e na capacitação dos trabalhadores. Esse processo deve contar com a colaboração dos pilares do governo, da academia e das empresas. A transição para um modelo mais desenvolvido exige investimentos substanciais em tecnologia, inovação e pesquisa, além de um esforço contínuo. É igualmente fundamental estabelecer políticas públicas que promovam a sustentabilidade ambiental e o uso responsável dos recursos naturais. Dessa forma, será possível criar um ciclo virtuoso que impulse o crescimento e a adaptação das indústrias a um mercado em constante evolução (TONACO, 2021). A Zona Industrial de *Hoa Khanh*, no Vietnã, e a Zona Industrial de *NÖ-Süd*, na Áustria, mantêm parcerias com a comunidade acadêmica com o objetivo de aprimorar o desempenho ambiental nessas regiões, utilizando a academia para desenvolver projetos industriais alinhados à preservação ambiental (MIYAMOTO, 2022).

A colaboração entre as empresas visa alcançar um benefício coletivo superior ao que seria possível se cada uma agisse isoladamente (VEIGA; MAGRINI, 2007). Essas relações são descritas como "mutualísticas", com benefícios para todas as entidades envolvidas. Sendo classificada atuação em níveis primeiro deles as trocas de resíduos, e o segundo seria de fluxos internos (em uma mesma empresa ou organização). Alguns fluxos de materiais podem ser encontrados dentro de partes ou componentes de uma mesma empresa ou organização. Esse tipo de relação, muitas vezes, pode ser encontrado em grandes grupos onde seus braços acabam operando de forma independente, mas fazem parte de uma mesma operação (CHERTOW 2000, 2007).

Além de legislar e definir diretrizes, o Estado pode assumir um papel facilitador das ações sustentáveis, implementando mecanismos e instrumentos econômicos, tais como a isenção de impostos, a criação de mercados para bens, a disponibilização de subsídios e o financiamento às pesquisas em tecnologia limpa (GAVIRA; MORAES; DADARIO, 2017), o que pode auxiliar diretamente no gerenciamento dos resíduos em todas as esferas. Cabe ao poder público a adoção de medidas, surgindo a necessidade de elaboração e implantação de legislações que disciplinem o gerenciamento dos resíduos, e que apresentem instrumentos de gestão industrial (MORAES et al., 2023).

Ademais, os benefícios competitivos advindos do desenvolvimento de um projeto de Simbiose Industrial abrangem os pilares econômico, social e ambiental da rede. Portanto, uma ferramenta que forneça o diagnóstico de Simbiose Industrial e os aspectos potenciais, reforça essa necessidade e fortalece a justificativa da importância do diagnóstico, pois é através de um diagnóstico que se obtém uma visão clara, simples e precisa do conjunto das atividades empresariais (SACARENI, 2014). No modelo desenvolvido pelo PMSI foi desenvolvido plano de ação dos negócios coletivos e

individuais uma ferramenta importante para direcionar a mediação e acompanhamento dos resultados obtidos através das negociações das ações propostas e aprovadas em cada indústria no passo seguinte foi apresentado as proposições de negócios que tiverem interesse das empresas e apresentado um plano de ação para cada indústria (TONACO, 2021).

Um ponto crucial é identificar os potenciais fontes geradoras de resíduos e os possíveis receptores desses resíduos, assegurando que haja uma destinação adequada e responsável, além de conhecer a sazonalidade da geração dos resíduos. Essa identificação envolve mapear as fontes de geração, os tipos de resíduos produzidos e as características específicas de cada tipo, para que as soluções implementadas atendam tanto às necessidades ambientais quanto às exigências de segurança. Além disso, é fundamental estabelecer parcerias eficazes entre geradores e receptores, garantindo que os resíduos sejam tratados adequadamente, quando necessário. A identificação de gerador e receptor leva a construção das possíveis interações, gerando a rede simbiótica que pode estar no polo industrial ou na área de abrangência onde estará os interessados para recepcionar os resíduos gerados (MIYAMOTO, 2022).

Domenech et al. (2019) avalia a importância de um raio de até 120 km para estabelecer sinergias internas e externas, facilitando a criação de redes simbióticas. A proximidade geográfica reflete na otimização de processos dentro de uma rede ou organização, facilitando a coordenação logística, o compartilhamento de recursos e a redução de custos de transporte. Além disso, esse raio favorece a integração com fornecedores, parceiros e mercados locais e regionais, promovendo inovação colaborativa levando a novas oportunidades de negócios e parcerias mais amplas.

As redes simbióticas estabelecidas com cooperação entre empresas, sejam pelo compartilhamento de resíduo industrial, energia, reuso de água permitem diminuição do consumo de materiais e energia, têm em comum a criação de etapas bem estabelecidas para gerir o programa de SI. De acordo com Fraccascia e Yazan, (2018) para implantação é importante ter etapas e divisões, no modelo proposto da figura 01 é dividida em quatro etapas seguidas de subdivisões sequenciada buscando identificar o segmento industrial selecionado, a logística disponível, e quantas e quais indústrias estarão envolvidas no programa.

No contexto de um polo industrial, a proximidade geográfica e a similaridade entre os segmentos industriais criam um ambiente propício para a implementação da simbiose industrial. Essa proximidade torna mais simples o transporte e a integração dos resíduos gerados por diferentes empresas, facilitando sua reutilização em processos produtivos de outras indústrias. O modelo de simbiose industrial não só otimiza o uso de recursos e reduz custos operacionais, como também contribui para a sustentabilidade, ao reduzir a quantidade de resíduos descartados em aterros sanitários e diminuir a extração de recursos naturais. A criação de redes simbióticas dentro de polos industriais pode, assim, gerar um ciclo virtuoso de economia circular, impulsionando a eficiência econômica e o desenvolvimento sustentável (PIEMONTE, et al. 2022).

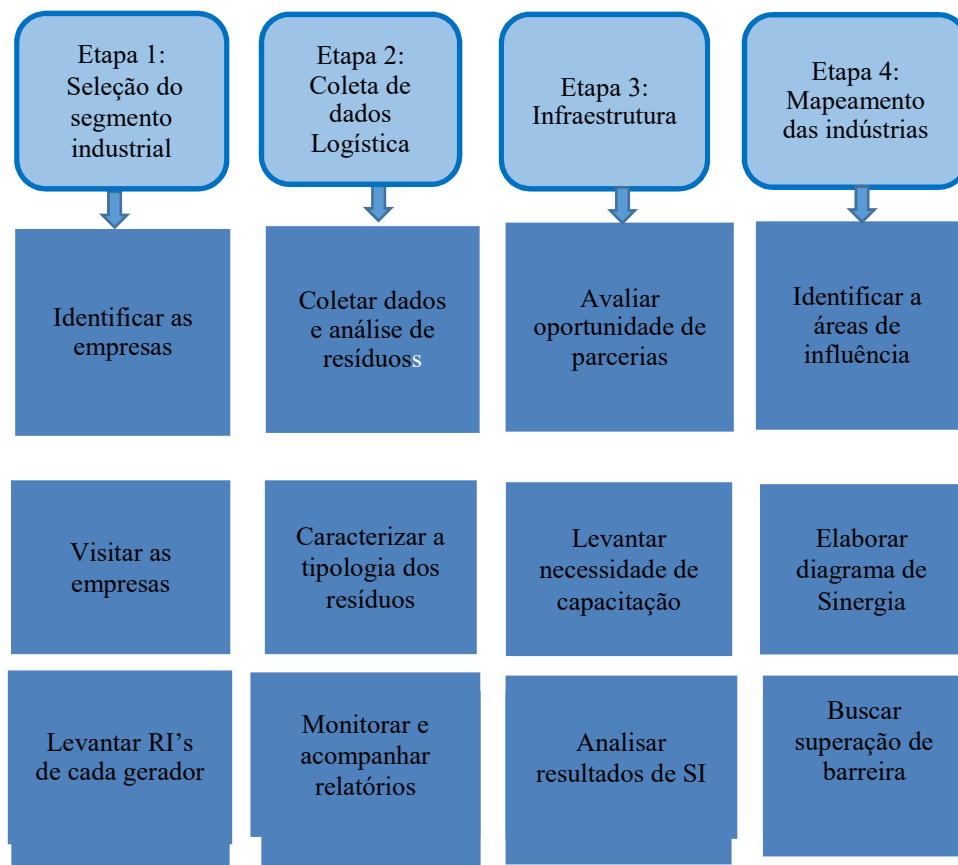
A implantação de simbiose industrial em um polo industrial segue o mapeamento do processo descrito na Figura 01, que apresenta as principais etapas para estabelecer uma rede simbiótica em um polo industrial. Selecionar o Segmento Industrial: Identificar as empresas, visitar e levantar os dados de cada gerador para implementação da simbiose industrial; Coletar Dados Logísticos: Reunir informações detalhadas sobre logística das indústrias envolvidas, incluindo fluxos de materiais e resíduos.

Avaliar a Infraestrutura: Examinar as instalações e recursos disponíveis para suportar a simbiose industrial, como sistemas de transporte, armazenamento de resíduos, indicadores de SI e necessidade de capacitação, mapear as Indústrias: Identificar e mapear as indústrias presentes no polo industrial, analisando suas capacidades, elaborar diagrama de sinergia que indique gerador e potenciais receptores de resíduos.

Conforme apontado por Scheel (2016), Camparotti (2020) e Piemonti et al. (2022), determinadas etapas são fundamentais para viabilizar o estabelecimento de parcerias e acordos formais entre as indústrias, incluindo a definição de responsabilidades, cláusulas contratuais e benefícios mútuos — como a criação de infraestrutura específica para a troca de resíduos entre os participantes. Nesse contexto, o polo industrial se destaca em relação ao aglomerado industrial por concentrar indústrias próximas geograficamente e, muitas vezes, pertencentes ao mesmo segmento. Essas características favorecem a ocorrência de trocas simbióticas de maneira mais eficiente.

É igualmente importante considerar a logística envolvida, incluindo o transporte (frete), e planejar de forma estratégica o trajeto desde o ponto de geração até o local de reutilização do resíduo de maneira eficiente e econômica. Esse planejamento deve abranger toda a cadeia produtiva, minimizando o impacto ambiental e contribuindo para a economia circular, conforme decreto N°. 12.082/2024.

Figura 01 – Fluxograma das etapas de implantação de simbiose em polo industrial



Fonte: Adaptado FRACCASCIA e YAZAN, (2018); CAMPAROTTI, (2020) e PIEMONTE, et al. (2022).

Como destacam Chertow (2000) e Yeo et al. (2019), torna-se essencial registrar dados que permitam avaliar o desempenho das interações estabelecidas entre as organizações. Esses dados incluem, por exemplo, a redução de custos e despesas relacionadas à obtenção de matéria-prima pelas organizações receptoras, bem como a diminuição na emissão de gases de efeito estufa decorrente do transporte de resíduos pelas organizações geradoras. A análise sistemática dessas interações também pode revelar oportunidades de melhorias específicas em cada caso. Ademais, a divulgação de exemplos de interações bem-sucedidas é apontada como uma estratégia eficaz para estimular a adoção de práticas semelhantes por outras organizações.

A implementação eficaz da simbiose industrial ainda enfrenta diversas barreiras que precisam ser superadas. Conforme destacam Lybæk et al. (2021), a ausência de parcerias e a baixa cooperação entre empresas constituem um dos principais entraves, uma vez que a colaboração interorganizacional é fundamental nesse processo. Entretanto, a falta de confiança mútua e a resistência em compartilhar recursos ou informações comprometem o avanço dessas práticas. Outro desafio relevante é a inexistência de um inventário consolidado dos resíduos industriais, o que dificulta a identificação dos geradores, dos possíveis receptores e das oportunidades de interação entre resíduos e indústrias. Além disso, questões relacionadas à compatibilidade dos resíduos também podem limitar as possibilidades de sinergia, visto que nem todos os subprodutos são adequados para reaproveitamento em diferentes contextos industriais. Soma-se a isso a carência de políticas públicas eficazes — como incentivos fiscais, linhas de financiamento e a simplificação de processos burocráticos —, que poderiam facilitar a adoção do modelo. As dificuldades enfrentadas pelas empresas para mensurar o retorno sobre o investimento em simbiose industrial também geram insegurança quanto à sua viabilidade. Diante desse cenário, os autores defendem a necessidade de uma abordagem integrada, que articule governo, setor produtivo, comunidades locais e instituições acadêmicas, com vistas à criação de um ambiente favorável à cooperação e ao desenvolvimento sustentável.

Superado essas barreiras toda a comunidade instalada visa usufruir de um ambiente propício para atividades industriais eficientes e sustentáveis, minimizando impactos ambientais adversos. A simbiose industrial, mencionada anteriormente, pode ser facilitada em todos esses contextos, promovendo a cooperação entre empresas para otimizar recursos, reduzir custos e melhorar a eficiência global, contribuindo para a modernização e sustentabilidade do setor industrial, alinhando-se com as melhores práticas globais e regulamentações ambientais.

CONCLUSÕES

Este trabalho buscou apresentar contribuições significativas para a gestão de resíduos industriais, destacando práticas bem-sucedidas de simbiose industrial adotadas em diversos países. Esse modelo se baseia em sinergias, como a troca ou compartilhamento de resíduos, energia, água e até serviços e infraestruturas que beneficiam a comunidade industrial como um todo. O foco principal deste estudo é a implementação da simbiose industrial em polos industriais, visando à maximização do reaproveitamento de recursos e à minimização dos desperdícios e impactos ambientais, promovendo, assim, uma economia circular sustentável.

No contexto brasileiro, exemplos de sucesso, como o Programa Mineiro de Simbiose Industrial e o estudo realizado na cidade de Diadema, demonstram o potencial de adoção desse modelo em diferentes regiões industriais. Esses exemplos evidenciam como a simbiose industrial pode ser

eficaz em polos industriais, promovendo a integração e colaboração entre empresas para otimizar o uso de recursos e reduzir impactos ambientais. Através da colaboração entre empresas, é possível otimizar o uso de recursos e criar um ciclo virtuoso que impulse o crescimento e a adaptação das indústrias a um mercado em constante evolução, tornando a transformação mais eficaz e duradoura.

Portanto, a simbiose industrial representa um caminho promissor para a gestão eficiente dos resíduos industriais e a promoção de uma indústria mais sustentável. Para que esse modelo se torne mais amplamente adotado, é essencial que haja um esforço conjunto entre as partes envolvidas, com o apoio de políticas públicas, investimentos em inovação e a construção de uma cultura colaborativa entre as empresas. Ao promover a sinergia entre os diversos setores industriais, a simbiose industrial pode contribuir substancialmente para o desenvolvimento de um futuro mais sustentável e equilibrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALDASSARRE, B.; SCHEPERS, M.; BOCKEN, N.; CUPPEN, E.; KOREVAAR, G.; CALABRETTA, G. **Industrial Symbiosis: towards a design process for eco-industrial clusters by integrating Circular Economy and Industrial Ecology perspectives**. Journal of Cleaner Production, n. 216, p. 446-460, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.091>.
- BALDWIN, J. S. **Industrial ecosystems: An evolutionary classification scheme**. Progress in Industrial Ecology, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 277-301, 2008. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-57549089688&doi=10.1504%2FPIE.2008.021920&partnerID=40&md5=f84411cc2bfd0912d667fe006cd0b4cd>.
- 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.
- 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.
- 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: 15 jan. 2025.
- CHERTOW, M. R. **Industrial symbiosis: Literature and taxonomy**. Annual Review of Energy and the Environment, [s. l.], v. 25, p. 313-337, 2000.
- CHERTOW, M. R. **“Uncovering” industrial symbiosis**. Journal of industrial Ecology, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 11-30, 2007.
- DOMENECH, T.; BLEISCHWITZ, R.; DORANOVA, A.; PANAYOTOPOULOS, D.; ROMAN, L. **Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe_ typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the Circular Economy**. Resources, Conservation and Recycling, vol. 141, no. October 2018, p. 76-98, Feb. 2019. DOI 10.1016/j.resconrec.2018.09.016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.016>.
- DONG, H. et al. **Achieving carbon emission reduction through industrial & urban symbiosis: A case of Kawasaki**. Energy, v. 64, p. 277-286, 2014a.
- FERRÃO, P. **Ecologia industrial: princípios e ferramentas** Lisboa: IST Press, 2009.
- LAMBERT, A. J. D.; BOONS, F. A. **Eco-industrial parks: Stimulating sustainable development in mixed industrial parks**. Technovation, [s. l.], v. 22, n. 8, p. 471-484, 2002.
- LAWAL, M.; ALWI, S. R. W.; MANAN, Z. A.; HO, W. S. **Industrial symbiosis tools - A review**. Journal of Cleaner Production, n. 280, p. 1-20, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124327> » <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124327>.
- LI, H.; DONG, L.; REN, J. **Industrial symbiosis as a countermeasure for resource dependent city: A case study of Guiyang, China**. Journal of Cleaner Production, v. 107, p. 252-266, 2015.
- LIU, L. et al. **Does the construction of national eco-industrial demonstration parks improve green total factor productivity? Evidence from prefecture-level cities in China**. Sustainability (Switzerland), [s. l.], v. 14, n. 1, 2022. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85121620506&doi=10.3390%2Fsu14010026&partnerID=40&md5=9b5f9cdf0ae7b56 c94f0bdcc75f2975a. Acesso em: 15 jan. 2025.

15. LOPES, LUCIANA. **Gestão e gerenciamento integrados dos resíduos sólidos urbanos**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2006.
16. LOWE, E. A. E. A. **Creating by-product resource exchanges: strategies for ecoindustrial parks**. *Journal of cleaner production*, [s. l.], v. 5, n. 1–2, p. 57–65, 1997.
17. LYBÆK, R.; CHRISTENSEN, T. B.; THOMSEN, T. P. **Enhancing policies for deployment of industrial symbiosis e What are the obstacles, drivers and future way forward?** *Journal of Cleaner Production*, n. 280, p. 1-14, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.1243>.
18. MAGRINI, A.; VEIGA, L.B.E. **Ecologia Industrial: desafios na perspectiva da economia circular**. Rio de Janeiro: Editora Synergia, 2018.
19. MIYAMOTO, Sara Midori; COSTA, Rosangela; CANDIANI, Giovano. **Redes de simbiose industrial: possibilidades entre empresas do município de Diadema (São Paulo), Brasil**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/knCtPFSq7BtKBWb4XKtRPwM/?format=pdf>. Acesso em: 12 de mar. 2025.
20. SARACENI, Adriana Valéria. **Ferramenta para avaliação da presença de práticas de simbiose industrial em uma rede de empresas**. https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/933/1/PG_PPGE20Val%C3%A9lia_2014.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.
21. SCHEEL, Carlos. **Beyond sustainability. Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns**. *Journal of cleaner production*, v. 131, p. 376-386, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616304735>. Acesso em: 23 mar. 2025.
22. TONACO, ADRIANO SCARPA. **Economia Circular em distritos industriais: subsídios para aplicação à luz do estudo de caso do projeto piloto de Sete Lagoas**. <https://www.repositorio.ufop.br/items/74d0f9ca-b52c-41a7-aff5-d4a178c78c62>. Acesso em: 22 mar. 2025.
23. VEIGA, L. B. E.; MAGRINI, A. D. **Eco industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: Paracambi EIP**. In: 2007. 1st International Workshop: Advances in Cleaner Production, São Paulo/SP. [S. l.: s. n.], 2007.
24. WALKER, A. M.; VERMEULEN, W. J. V.; SIMBOLI, A.; RAGGI, A. **Sustainability assessment in circular inter-firm networks: an integrated framework of industrial ecology and circular supply chain management approaches**. *Journal of Cleaner Production*, n. 286, 2021, p. 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125457>. Acesso em: 22 mar. 2025.
25. WEN, Z.; MENG, X. **Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: A case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District**. *Journal of Cleaner Production*, v. 90, p. 211–219, 2015. Acesso em: 22 mar. 2025.