



THE UNIVERSITY OF WESTERN AUSTRALIA (UWA). **Symbiotica**. 2022. Available at: < <https://www.symbiotica.uwa.edu.au/courses>>. Accessed on July 12, 2022.

TUDELFT. IDE **Design Master Class for Professionals: Biodesign**. 2023. Available at: < <https://www.tudelft.nl/io/studeren/ide-design-master-classes/biodesign>>. Accessed on March 14, 2023.

UNIVERSITY OF ARTS LONDON (UAL). **Master of Arts in Biodesign**. Available at: <https://www.arts.ac.uk/subjects/textiles-and-materials/postgraduate/ma-biodesign-csm#course-summary>. Accessed on 12, July 2022.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS. **Biodesign theory and practice: biodesign challenge part I**. Available at: < <https://arts.ucdavis.edu/course-description/des-128a-biodesign-theory-and-practice-biodesign-challenge-part-i-4>>. Accessed on March 14, 2023.

UNIVERSITY OF CINCINNATI. **The Biodesign Challenge**. Available at: < <https://www.uc.edu/campus-life/honors/students/experiences/seminars/seminar-spotlights/ene-d3050daap3050.html>>. Accessed on March 14, 2023.

UNIVERSITY COLLEGE LONDON (UCL). **Bio-Integrated Design (Bio-ID) MArch/MSc**. 2022. Available at: < <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/architecture/programmes/postgraduate/bio-integrated-design-bio-id-marchmsc>>. Accessed on June 12, 2022.

UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA (UPENN). **Biological Design**. Available at: < <https://www.design.upenn.edu/courses/dsgn-2510>>. Accessed on March 14, 2023.

Transição de Parques a Ecoparques Industriais: insights acerca dessa necessária e complexa transformação

Transition from Parks to Eco-industrial Parks: insights into this necessary and complex transformation

Henrique Lisbôa da Cruz, Engenheiro Químico, Mestre em Engenharia Mecânica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

cruzhnrq@yahoo.com.br

Carlos Alberto Mendes Moraes, Engenheiro Metalúrgico, Doutor em Ciência dos Materiais, Programas de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e, de Engenharia Civil - Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

cmoraes@unisinós.br

Resumo

Esta pesquisa se centraliza na problemática que envolve a transição de parques a ecoparques industriais, com foco em parques de uso misto e logístico. Por meio de metodologia exploratória, um estudo de caso foi conduzido em um parque empresarial e logístico situado no Brasil, visando explorar oportunidades de aplicação dos conceitos de Simbiose Industrial. A avaliação permitiu observar que as possibilidades de aplicação da Simbiose Industrial nesse tipo de parque estão mais atreladas aos compartilhamentos de infraestrutura, utilidades e serviços do que propriamente de intercâmbios físicos. Um plano de ação foi proposto, contemplando estratégias de Simbiose Industrial e atividades complementares visando ao aumento do potencial simbiótico. As principais sugestões foram o gerenciamento coletivo de resíduos sólidos e oferta de suporte técnico ambiental. Quanto ao compartilhamento de utilidades, existe um potencial para aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis e para a geração ou aquisição compartilhada de energias renováveis.

Palavras-chave: Ecoparque Industrial; Simbiose Industrial; Gestão Ambiental.



Abstract

This research focuses on the problems involved in the transition from parks to eco-industrial parks, focusing on mixed-use and logistics parks. Through an exploratory methodology, a case study was conducted in a business and logistics park located in Brazil. The main objective was to explore opportunities for applying the concepts of Industrial Symbiosis in the park. The evaluation showed that the possibilities of application of Industrial Symbiosis in mixed-use and logistics parks are linked more to the sharing of infrastructure, utilities, and services than to physical exchanges. An action plan was proposed, contemplating Industrial Symbiosis strategies and complementary activities aimed at increasing the symbiotic potential. The main suggestions were the collective management of solid waste and the offer of environmental technical support. As for the sharing of utilities, there is a potential for the use of rainwater for non-potable purposes and the shared generation or acquisition of renewable energies.

Keywords: *Eco-industrial Park; Industrial Symbiosis; Environmental Management.*

1. Introdução

A Simbiose Industrial (SI) tem sido evidenciada em aglomerados industriais denominados Ecoparques Industriais (EIP) em diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento (GENC et al., 2019; JI et al., 2020). Por todo o mundo, há inúmeras zonas industriais, compostas por parques industriais. Seu desenvolvimento é resultante do planejamento urbano e da implementação de instrumentos como o zoneamento econômico e ambiental (LAMBERT; BOONS, 2002; LE TELLIER et al., 2019). Os parques industriais convencionais têm sido, durante as últimas décadas, importantes estratégias adotadas por governos e iniciativa privada para o desenvolvimento econômico das regiões em que são implantados. Em contraposição, sua instalação também provoca um efeito adverso ao concentrar impactos ambientais e sociais negativos, em decorrência da poluição, emissões de gases de efeito estufa, diminuição da qualidade laboral e de comunidades adjacentes. Deste modo, a construção de EIP ou reestruturação de parques já consolidados na perspectiva de EIP é vista como uma forma útil para alcançar melhores condições socioambientais (WORLD BANK, 2021).

Nesse contexto, a transição de parques industriais para EIP como prática *mainstream* é encorajada (KECHICHIAN; JEONG, 2016; GENC et al., 2019) destacaram que a ausência de relações simbióticas e comprometimento ambiental entre as organizações, apesar dos crescentes esforços, atualmente distanciam as zonas industriais e parques convencionais do conceito de EIP. Em contrapartida, essa realidade pode ser vista como oportunidade. Zeng et

al. (2021) demonstraram que a transformação de zonas industriais tradicionais em ecoparques tem sido uma importante estratégia para o desenvolvimento ambiental na China. Assim, outros locais podem se beneficiar com essas práticas. Essa pesquisa debruça-se sobre as problemáticas que envolvem a transição a EIP em parques de uso misto, considerando um estudo de caso real no Brasil para prospecção de oportunidades de aplicação da SI.

1.1 Objetivos e Contribuições da Pesquisa

Apesar do crescente interesse pelo tema, Susur et al. (2019) e Tseng et al. (2021) afirmaram que ainda não há resolução definitiva sobre como promover a transição de parques industriais em EIP, uma vez que esta questão é permeada pela complexidade que os inúmeros fatores interferentes impõem. Tradicionalmente, os conceitos de EIP são aplicados em setores clássicos da indústria, conhecidos como indústria “pesada” (CHERTOW, 2000; DONG et al., 2013). Contudo, tem-se buscado expandir os conceitos de SI e EIP para outros tipos de parques, tais como os tecnológicos, business parks e parques mistos, que compreendem atividades industriais “leves”, serviços e tecnologia, conforme definiram Lambert e Boons (2002) e Le Tellier et al. (2019). Essa pesquisa está focada nesse tipo de parque.

O principal objetivo desta pesquisa é, portanto, identificar elementos, oportunidades e barreiras à aplicação da SI para fomentar a transição de parques industriais e mistos em EIP, considerando a realidade do Brasil, visto que o estudo contempla um parque empresarial localizado na região Sul. Chertow et al. (2021) e Herzer et al. (2020) destacaram que o Brasil possui poucas publicações de relevância internacional no tema da SI e EIP. Chertow et al. (2021), em revisão bibliométrica, identificaram apenas 07 artigos científicos de trabalhos realizados no Brasil nas principais bases de dados mundiais. Apesar disso, Neves et al. (2020) reconheceram o potencial da SI no Brasil e salientaram que o país, a exemplo de Canadá e México, carece de desenvolvimento no assunto.

Nesse contexto, este artigo pretende colaborar com a construção de um entendimento mais robusto sobre as problemáticas que envolvem a transformação de estruturas empresariais em modelos mais sustentáveis, como EIP. As contribuições do artigo podem ser desmembradas em dois pontos. O primeiro está relacionado ao estudo da SI e EIP em parques mistos e logísticos, visto que esses conceitos são, tradicionalmente, direcionados aos setores da indústria clássica. Em adição, o segundo ponto se relaciona à aplicação de estudo de caso e análises empíricas para explorar oportunidades em um parque tecnológico e empresarial localizado no sul do Brasil.

Como resultado dessas contribuições, pretende-se apontar as especificidades da realidade local e regional, incentivando a disseminação dos conceitos de SI e EIP em um país onde práticas desse tipo são incipientes, mas com potencial reconhecido. O artigo tem como objetivos mostrar uma breve abordagem teórica sobre os Ecoparques Industriais. Além disso, torna-se necessário definir o estado da arte com base nas iniciativas e estudos realizados nesse tema. Apresenta-se também o Estudo de Caso realizado em um parque empresarial localizado na região sul do Brasil. Nele, visa-se discutir quais são os elementos existentes que podem



facilitar ou dificultar a transição para EIP, bem como apresentar oportunidades e estratégias para essa transição.

2. Ecoparques Industriais: Fundamentos e Perspectivas

Quais as implicações em se introduzir o prefixo “eco” aos termos “parque industrial”? Uma mera questão de grafia? O que a literatura oferece para fomentar essa inclusão que implica em transformação? Apesar de distintas definições, existem conceitos e aspectos centrais relacionados aos Ecoparques Industriais que merecem ser enfatizados. Os EIP são uma “comunidade de organizações” (LOWE et al., 1996). Isso os distingue de parques industriais convencionais, nos quais as organizações, tipicamente, mantêm-se isoladas (sem interações) em relação às demais, mesmo estando próximas geograficamente (CHERTOW, 2000). Deste modo, nos EIP, há uma expectativa de cooperação das empresas entre si e entre a comunidade (USPCSD, 1996). Nesse sentido, a existência de relações simbióticas, como intercâmbios e compartilhamentos, desponta como condição determinante para a existência de um EIP.

Por conseguinte, há um objetivo comum, qual seja, a melhoria no desempenho quanto ao *triple bottom line* (pilares social, ambiental e econômico) da Sustentabilidade (TSENG et al., 2021). Esse objetivo se intensifica e se diferencia de outras iniciativas tradicionais ao se considerar que os benefícios proporcionados pela atuação coletiva podem ser superiores aos que poderiam ser alcançados pelo desempenho individual somado (LOWE et al., 1996). Além disso, os EIP, quando planejados – denominados *greenfield* – consideram as questões sociais e ambientais em todas as fases do empreendimento, iniciando por sua concepção até sua operação (WORLD BANK, 2021). Para os parques industriais existentes – chamados de *brownfield* – as estratégias visam sua transição a EIP, a fim de direcioná-los a um modelo mais sustentável (LAMBERT; BOONS, 2002). Esse último caso, em particular, desperta maior interesse nessa pesquisa.

3. Parques Logísticos: Expansão e Problemática

Os parques logísticos são destinados a empresas que atuam no ramo logístico, envolvendo o armazenamento e o transporte para distribuição de produtos diversos, podendo incluir serviços secundários, como manutenção (ZHANG et al., 2014). No Brasil, Boro (2021) enfatiza o grande movimento expansivo de parques e condomínios logísticos, potencializado pelas novas modalidades de compra pela *internet (e-commerce)* que se acentuaram durante a pandemia de Covid-19. Segundo a Associação Brasileira de Logística (ABRALOG), o segundo trimestre de 2021 registrou um recorde histórico de novas ocupações, com mais de 700 mil m². A taxa de vacância (disponibilidade) no período foi de apenas 11%, indicando que há uma grande demanda por locação desses espaços. Devido a

isso, a área em construção perfaz 3,6 milhões de m² em novos empreendimentos, em adição aos 9 milhões de m² já existentes em todo o país. (ABRALOG, 2021). Boro (2021) destaca os 12 principais parques logísticos no Brasil, sendo 2 localizados na região Sul: o Perini Business Park, em Joinville/SC e o 3SB Parque Logístico, em Nova Santa Rita/RS. Esses parques destacam-se por oferecer estrutura de alto padrão e fácil acesso logístico, tornando-se referências para outros condomínios, tal como o estudado nessa pesquisa.

Todavia, os parques logísticos também podem causar impactos ambientais negativos, mesmo que, em tese, a geração de resíduos e emissões seja menor em comparação aos parques industriais (WANG et al., 2021). Nesse cenário, Xu *et al.* (2018) analisaram o que denominaram como Parque Logístico Verde (do original *Green Logistics Park*), desenvolvendo um modelo e um algoritmo para a seleção de locais para instalação desses parques, que é um aspecto de interesse nesse ramo. Eles destacaram que, além de fatores básicos como localização geográfica, proximidade com mercado, condições de tráfego e acesso, outros critérios relacionados aos potenciais impactos ambientais e sociais devem ser adicionalmente considerados para a melhor tomada de decisão. Os autores argumentaram que uma melhoria na eficiência e nível de serviço, mais do que reduzir os custos com transporte e energia, provoca a diminuição da liberação de poluentes pelas emissões veiculares. Ponderações semelhantes foram realizadas por Boro (2021), que estudou a expansão dos galpões e parques logísticos no Brasil a partir de uma grande rede de *e-commerce*.

Nesse contexto, os princípios de EIP repontam como um caminho viável, por meio dos princípios da Simbiose Industrial e Ecologia Industrial, para melhorias na gestão de recursos nesses parques. Por esse motivo, essas ferramentas foram selecionadas para aplicação em um estudo de caso, abordado no capítulo subsequente.

4. Estudo de Caso: Oportunidades e Desafios

Esta pesquisa, além da contribuição teórica, teve como objetivo discutir aplicações práticas dos conceitos de Simbiose Industrial em um parque empresarial, de modo a impelir outras iniciativas nesse mesmo sentido. Esse capítulo aborda as principais características do parque estudado, bem como a metodologia de pesquisa empregada e os resultados do reconhecimento do empreendimento.

O Ecoparque Empresarial Lourenço e Souza é um parque privado, localizado no município de Sapucaia do Sul, distante em 30 km de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O empreendimento possui quatro fases, como mostra a Figura 1. A Fase I está consolidada e ocupada em quase toda sua totalidade. Parte de suas obras foi concluída em 2012, com a perspectiva de utilização de energias renováveis, especialmente eólica. Deste modo, o parque foi intitulado como “Ecoparque” pelos seus proprietários, tendo esse nome permanecido e se consolidado no empreendimento, apesar de o projeto envolvendo energia eólica não ter avançado.



Figura 1– Localização do Ecoparque Lourenço e Souza e fases do empreendimento

O empreendimento está localizado em uma zona industrial, próximo a indústrias de grande porte do setor siderúrgico e de produção de bebidas. Tratando-se de um ambiente urbano, no entanto, existem áreas residenciais lindeiras ao parque. A Fase I é composta por pavilhões industriais, atualmente ocupados por 5 empresas distintas, totalizando uma área de 13 mil m² construídos, e outros 13 mil m² de pavilhões logísticos em processo de ocupação. Já as Fases II, III e IV estavam, no período desta pesquisa, em construção. Com as novas fases, haverá um aumento expressivo de área útil no parque: ao total, mais de 100 mil m² serão disponibilizados para locação até o ano de 2023. Diferentemente da Fase I, onde há indústrias instaladas, as outras fases serão dedicadas a empresas do ramo logístico. Os pavilhões serão utilizados, basicamente, como depósitos e centros de distribuição. Eles possuem infraestrutura específica para esse fim, como ampla área interna e pátio de manobra de caminhões, altura elevada entre o piso e o teto (pé direito), docas etc. Além disso, o parque possui um heliponto e localização privilegiada, junto das principais rodovias da região metropolitana. Dispõe de serviço de portaria, refeitório e sala de reuniões. Com a finalização das demais fases, abrigará estacionamento para veículos leves e auditório, além de ampliar o restaurante e as salas de reunião para comportar a demanda de colaboradores com a instalação de novas empresas.

4.1 Abordagem metodológica aplicada no estudo de caso

A pesquisa realizada foi qualitativa e exploratória, pois buscou investigar elementos, oportunidades e barreiras para a transição de parque a EIP dentro da realidade regional. O trabalho de campo foi inicializado com o contato com os gestores do parque, que são também responsáveis pela gestão imobiliária do empreendimento. Tratou-se de uma etapa de sensibilização e apresentação geral da proposta de trabalho e dos principais conceitos de Simbiose Industrial, de forma simples e objetiva, como sugere a primeira etapa do guia de

Kalundborg Symbiosis (2021). Ela se revela necessária para obter não apenas a aprovação em se executar a pesquisa, mas para iniciar o comprometimento dos gestores com o projeto.

Sequencialmente, deu-se início ao processo de familiarização com o parque e suas empresas inquilinas, instaladas na Fase I. A abordagem consistiu em iniciar o reconhecimento pela parte consolidada, de modo a capturar os elementos, oportunidades e barreiras presentes, para estruturar um Plano de Ação que englobe, posteriormente, as Fases II, III e IV. Embora a realidade da Fase I (industrial, mista) seja distinta da planejada para as fases em construção (logística), entende-se que as experiências aprendidas e coletadas da Fase I têm a contribuir para as fases futuras do parque.

A familiarização ocorreu na forma de visitas individuais em cada uma das 5 empresas em operação na Fase I, doravante designadas pelas letras de A a E. O objetivo do primeiro contato foi uma aproximação inicial para apresentação do projeto. Em um segundo momento, uma nova rodada de visitas foi realizada. Desta vez, para obtenção de dados e aplicação de um questionário estruturado. O modelo de questionário utilizado foi adaptado da ferramenta recomendada por Kalundborg Symbiosis (2021) e contemplou o levantamento de: informações gerais das empresas (identificação, contatos, número de funcionários, área útil, código da atividade segundo legislação ambiental e a existência de licenciamento ambiental); questionamentos sobre os valores, interesses e posicionamento da empresa quanto a práticas mais sustentáveis e EIP, visando captar seu grau de abertura, compreensão e comprometimento para uma transição a EIP; e informações qualitativas acerca do processo produtivo e quantitativas, quando disponíveis, relacionadas à geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, bem como de uso de recursos como água, energia e materiais.

4.2 Reconhecimento das empresas na Fase I

As empresas localizadas na Fase I do Ecoparque Lourenço e Souza podem ser caracterizadas como de pequeno ou médio porte segundo seu enquadramento tributário. O número de funcionários varia entre 5 e 120, dependendo da empresa, totalizando 277 colaboradores, conforme apresenta a Tabela 1.

Empresa	Atividade	Área Nº func.	Breve descrição da atividade executada
A	Metalomecânica: fabricação de equipamentos de refrigeração industrial	3.185 m ² 120	Operações de caldeiraria (corte, conformação, soldagem e montagem) para fabricação de túneis de congelamento outros equipamentos de refrigeração industrial.
B	Metalomecânica: fabricação de extrusoras	2.490 m ² 45	Operações de caldeiraria e usinagem para fabricação de extrusoras.

C	Fabricação de cosméticos	725 m ² 5	Fabricação de ceras depilatórias, envolvendo o fracionamento das matérias-primas, manipulação em tanques encamisados e envase do produto.
D	Centro de distribuição de produtos farmacêuticos e de higiene pessoal	3.600 m ² 100	Armazenamento de produtos, segmentação de acordo com a quantidade solicitada pelo cliente e expedição.
E	Centro de distribuição de polímeros peletizados	1.660 m ² 7	Armazenamento de polímeros peletizados, segmentação de acordo com a quantidade solicitada pelo cliente e expedição

Tabela 1 – Resumo geral sobre as empresas localizadas na Fase I

Pode-se observar uma diversidade nas atividades executadas pelas empresas localizadas no parque: 3 indústrias (Empresas A, B e C) e 2 centros de distribuição (Empresas D e E), que, ao contrário das indústrias, não realizam atividades de beneficiamento e transformação de materiais. Assim, o parque pode ser caracterizado como misto, possuindo atividades industriais associadas a empresas de logística. Nenhuma das empresas da Fase I possui um setor de meio ambiente, de modo que colaboradores de outras áreas e com outras formações profissionais acabam por assumir também a responsabilidade pela gestão ambiental da empresa. Essa realidade é comum em empresas de menor porte e acaba por limitar as práticas a ações reativas, podendo ser apontada como uma barreira à transição a EIP, mas também como oportunidade para criação de um grupo de gestão de meio ambiente no parque.

Por outro lado, nas Fases II, III e IV, há a previsão de ocupação por grupos de maior porte. Deste modo, espera-se que existam gestores de meio ambiente nas empresas e que sua preocupação ambiental seja maior, mais proativa do que reativa, até mesmo pela cobrança de seus *stakeholders*. Esse ponto é um elemento positivo para motivar a governança do parque para a transição a EIP. Isso, porque o maior grau de maturidade dos inquilinos pode exigir uma gestão ambiental mais adequada e avançada, em contraposição ao que atualmente é demandado, em razão das empresas da Fase I possuírem uma maturidade ambiental mais básica.

4.3 Análise dos processos produtivos

A partir da coleta de informações pelo questionário e entrevista, foi obtido um panorama acerca das principais entradas e saídas de processo nas empresas avaliadas no estudo de caso na Fase I, como mostra a Figura 2. Os recursos empregados para atividades administrativas e para uso humano não foram considerados na figura para fins ilustrativos.

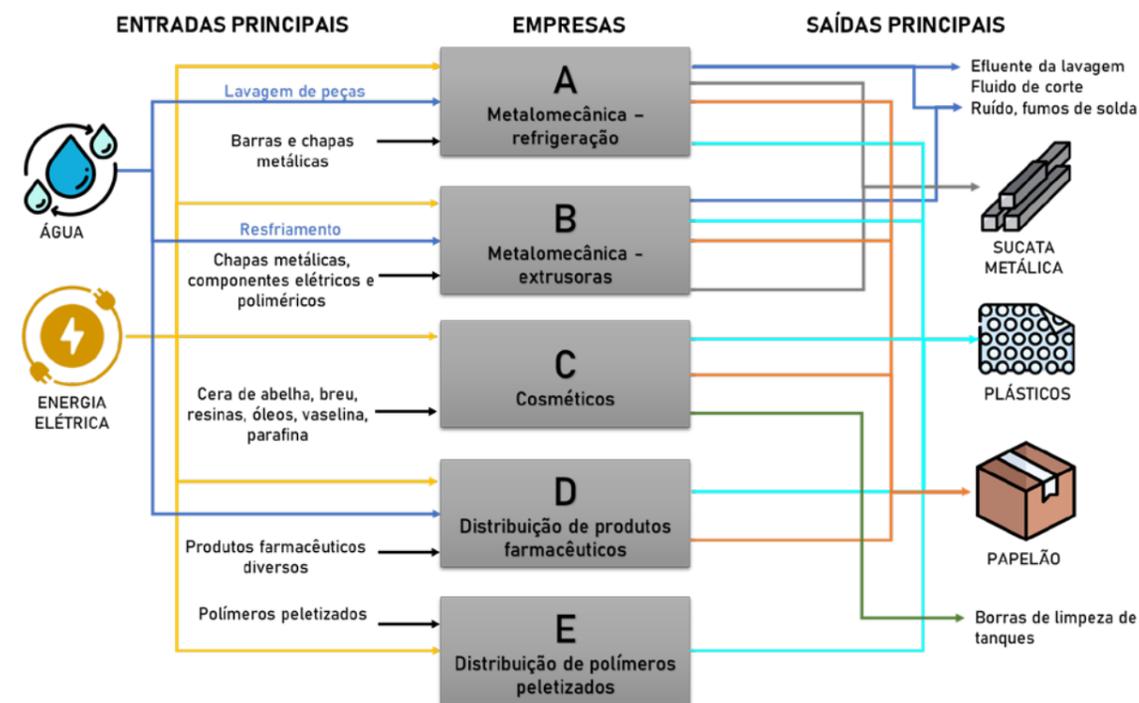


Figura 2 – Fluxograma simplificado de entradas e saídas de processo das empresas da Fase I

Como pode ser verificado, no *status* atual, nenhuma empresa realiza intercâmbios de materiais, água ou energia, distanciando o empreendimento do conceito principal de um EIP. Além disso, por meio da análise realizada, em um primeiro momento, não foram identificadas possibilidades nesse sentido, dado que as atividades são distintas e não se inter-relacionam, mesmo para as duas empresas metalomecânicas. De acordo com a literatura, a diversidade de empresas é um fator considerado como positivo para a realização de intercâmbios simbióticos, visto que há maiores chances e possibilidades para se configurar uma rede (LIWARSKA-BIZUKOJC, et al., 2009). Entretanto, no caso em estudo, são identificadas apenas organizações geradoras de resíduos, quando devem existir, paralelamente, empresas consumidoras para viabilizar as relações simbióticas, conforme discutem Geng e Côte (2002). Todavia, por gerarem resíduos sólidos de tipologias semelhantes, essa pode ser uma oportunidade. A perspectiva para as Fases II, III e IV é que essa diversidade seja ainda menor, tendo em vista que os pavilhões serão dedicados a atividades de logística.

Nada obstante, a ausência de relações simbióticas envolvendo intercâmbios físicos era, de certa forma, esperada para o estudo de caso. De fato, essa limitação serviu como uma das motivações para a execução do estudo nesse tipo de empreendimento, a fim de verificar de que outra forma a Simbiose Industrial e a Ecologia Industrial poderiam colaborar com a gestão de recursos e melhorias socioambientais. Enquanto nos complexos industriais clássicos há maior propensão em existir certa similaridade e complementariedade, nos parques mistos não há interações óbvias entre as organizações em termos de materiais, água e energia,

tornando-se mais desafiador encontrar potenciais sinergias (LAMBERT; BOONS, 2002). Nesse sentido, as oportunidades de aplicação da SI como fator determinante para transição a EIP devem passar por outras estratégias, inclusive mencionadas pelos gestores entrevistados, como o compartilhamento de serviços, utilidades e informações. Concomitantemente, ações complementares são sugeridas, visando aumentar o potencial simbiótico entre as organizações e entre o parque e seus *stakeholders*.

4.4 Plano de Ação

De acordo com Tseng *et al.* (2021), a transição a EIP é um processo que exige ações coordenadas e esforços constantes para alcançar uma cultura de sinergia e cooperação. Assim sendo, um Plano de Ação foi formulado a partir das experiências e metodologia adotada, sendo apresentado na Tabela 2. As estratégias estão estruturadas em uma sequência lógica de implementação, apresentando uma interface com o modelo proposto por Rocha (2010). Inicialmente, tem-se um enfoque para as questões legais e organizacionais, indispensáveis para a operação adequada dos empreendimentos e para o processo de aprendizagem organizacional e implantação de uma cultura preventiva. O amadurecimento por parte dos gestores das empresas e do Ecoparque acarretam que ações mais avançadas sejam propostas.

Tabela 2 – Plano de Ação: o quê, por quê, como e quando iniciar as ações

O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Quando fazer?
1 - Normas Ambientais Internas do Ecoparque	Demonstra organização, padronização e comprometimento com as questões ambientais e sociais (internas e externas), além de ser um resguardo legal. Permite maior controle sobre a conduta de seus inquilinos.	Agregar às Normas Internas do Ecoparque já existentes as questões ambientais legais pertinentes ao licenciamento ambiental, gerenciamento de resíduos, uso consciente de recursos materiais, água e energia, prevenção de acidentes ambientais e de poluição. Aprovar mediante Convenção.	Curto prazo
2 - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)	Documento necessário por lei para diversas empresas, que aborda os principais procedimentos para o gerenciamento adequado de resíduos, incluindo conceitos e oportunidades de Prevenção da Poluição e de Produção mais Limpa. Pode ser realizado tanto para o Parque como para cada empresa instalada.	Viabilizar empresa parceira para elaborar e executar o PGRS do parque. No caso individual de cada empresa, cada uma poderá ter seu responsável técnico.	Curto prazo
3 - Gerenciamento coletivo de Resíduos Sólidos	Padroniza o gerenciamento, evita problemas como descarte incorreto e multas ambientais, possibilita a reutilização e a reciclagem em razão do maior volume armazenado e reduz os custos com transporte e destinação. É um serviço adicional que pode ser oferecido/indicado pelo parque, como uma solução para as empresas. Com uma Central Única de Resíduos, melhora a organização para resíduos das 2 classes (Perigosos e Não-Perigosos) em um único local, facilitando o licenciamento ambiental e seu gerenciamento. Cresce a possibilidade de venda como coproduto de algum dos resíduos não recebidos por cooperativas.	Viabilizar um PSA (empresa privada ou cooperativa) que fará a coleta e a destinação dos resíduos, podendo existir uma Central Única de Resíduos no parque, com o devido controle do volume depositado por cada empresa. Para impacto social positivo, viabilizar parceria com cooperativas para coleta dos recicláveis (papelão, plásticos de rotulagem 1 a 5, vidros e metais).	Médio prazo
4 - Oferecimento de serviço de suporte ambiental	Agrega mais um serviço aos oferecidos pelo Ecoparque às organizações, apresentando-as soluções completas para sua instalação em termos de licenças ambientais, alvarás e projetos necessários. Para o Ecoparque, maior suporte e controle das condições de operação, evitando problemas para os quais o	Viabilizar empresa parceira para prestação do serviço	Curto prazo

(continua)

Tabela 2 – Plano de Ação: o quê, por quê, como e quando iniciar as ações

O quê?	Por que fazer?	Como fazer?	Quando fazer?
5 - Prevenção da Poluição e P+L nas empresas	Redução dos impactos ambientais negativos em cada empresa, prevenindo a geração de poluentes e consequentes problemas ambientais. Foco na gestão da demanda de materiais, água e energia.	Incentivar as empresas a adotarem melhores práticas e redução de seus impactos. Pode ser viabilidade junto ao suporte técnico ambiental oferecido às empresas.	Médio-Longo Prazo
6 – Buscar o apoio de <i>stakeholders</i> e firmar novas parcerias	Inúmeras possibilidades de investimentos e projetos podem ser realizadas com parcerias estratégicas. Exemplo: parceria com universidades e agências de emprego para banco de currículos para oferecer às empresas; projetos para qualificar mão de obra etc.	Buscar parcerias com universidades, centros de pesquisa, associações, prefeitura, na ótica da trílice hélice.	Curto-Médio prazo
7 – Formação de time com representantes das empresas	Facilita a comunicação e o diálogo das empresas entre si e com a gestão do Ecoparque. Permite a resolução de problemas e demandas de modo mais assertivo, gerando um ambiente de cooperação e coletividade.	Contatar as empresas para apresentar a ideia e verificar o colaborador que participará do time. Reunir-se ordinariamente, com periodicidade a definir (ex.: trimestralmente)	Curto-médio prazo
8 – Aquisição/Geração de Energia Renovável (solar fotovoltaica)	Reduz as emissões de carbono (melhora os indicadores de pegada de carbono). Pode tornar o parque autossuficiente em energia. Custos de instalação cada vez menores, telhados já possuem estrutura para instalação. Custos podem ser divididos (instalação e manutenção) entre parque e empresas. Medida de gestão de oferta a ser implementada após gestão adequada da demanda.	A medida em que os pavilhões forem sendo locados, viabilizar a instalação das placas solares, considerando as questões comerciais envolvidas.	Longo prazo
9 – Uso da água da chuva	Redução do consumo de água potável e melhoria do indicador de pegada hídrica. Redução de custos com aquisição de água potável e disponibilidade em caso de falta de abastecimento. Medida de gestão de oferta a ser implementada após gestão adequada da demanda.	Viabilizar empresa para realizar a instalação do sistema de captação, armazenamento e distribuição.	Longo prazo



As possibilidades de aplicação da Simbiose Industrial merecem destaque. Fatores como diferenças entre as entradas e saídas nos processos produtivos, existência de somente geradores de resíduos e de nenhum consumidor potencial e de inúmeras atividades que não envolvem processos de beneficiamento e transformação, dificultam a realização de intercâmbios físicos envolvendo materiais, água e energia. Por isso, para o parque analisado, as oportunidades são restritas, inicialmente, ao compartilhamento de utilidades (água e energia elétrica) e serviços. Sem embargo, do ponto de vista prático, elas se apresentam como mais factíveis, pragmáticas e mais próximas da realidade das empresas.

Durante as visitas técnicas, as empresas demonstraram interesse em participar de um projeto de transição a EIP que contivesse estratégias de compartilhamento, pois vislumbram mais claramente os potenciais benefícios e os riscos são menores. Porém, quaisquer ações que demandem um risco e investimento financeiro mais elevado devem ser objeto de estudo mais cuidadoso e construção de projetos sob a liderança da governança do parque. Por conseguinte, fica evidente uma barreira econômica associada a investimentos em ações de gestão ambiental, tendo em vista que esses custos não estão internalizados nas empresas, especialmente de menor porte. Além disso, tratando-se de um espaço locado e coletivo, a governança do parque deve aprovar modificações que impliquem em intervenções estruturais ou nas interações com as atividades vizinhas. Nesse sentido, barreiras comerciais e técnicas podem surgir entre as empresas e a gestão do parque.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa realizada dedicou-se à problemática que envolve a transição a EIP em parques de uso misto. Por meio de metodologia exploratória, evidenciou-se como a Simbiose Industrial pode contribuir para práticas mais sustentáveis, tendo como estudo de caso o Ecoparque Empresarial Lourenço e Souza, um parque de uso misto (industrial e logístico) situado na região sul do Brasil. Como resultado, foram estabelecidas estratégias em um Plano de Ação com ações a curto, médio e longo prazo, para melhorias socioambientais que podem ser estendidas e replicadas nas futuras fases do empreendimento, assim como em outros parques de tipologia semelhante.

Em contrapartida, foram identificados elementos pré-existentes no parque, relacionados à gestão da oferta de água e energia, que podem ser aproveitados como oportunidades para aplicação da Simbiose Industrial e fomentar o processo de transição a EIP. Em que pese a ausência de correlação e complementariedade entre as entradas e saídas nos processos produtivos, existem oportunidades de sinergias envolvendo o compartilhamento de serviços de gerenciamento de materiais excedentes dos processos produtivos. Além disso, a estrutura e proximidade física proporcionada por parques que seguem um modelo de condomínio empresarial favorece o compartilhamento de utilidades de processo. Assim, essa pesquisa identificou, como principal estratégia para transição de parques de uso misto e logístico a EIP,



o compartilhamento de utilidades e serviços, aliando-se a gestão da oferta e da demanda de recursos como materiais, água e energia.

A pesquisa apresenta algumas limitações. Pela ausência de dados quantitativos, o estudo delimitou-se em uma análise empírica qualitativa de estudo de caso único. Para trabalhos futuros, outros parques logísticos podem ser investigados, assim como uma continuidade pode ser realizada por meio da implementação das estratégias propostas, elaboração de indicadores e monitoramento das ações. Outra possibilidade é a realização do estudo abrangendo os *stakeholders* principais das empresas, como seus principais clientes e fornecedores.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa DT2 a um dos pesquisadores. Agradecemos também o Ecoparque Lourenço & Souza de Sapucaia do Sul – RS pela oportunidade do estudo.

Referências

- ABRALOG. E-commerce garante crescimento do setor de condomínios logísticos. 2021. Disponível em: <https://www.abralog.com.br/noticias/e-commerce-garante-crescimento-do-setor-de-condominios-logisticos/>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- BORO, G. **A Expansão do varejo on-line no Brasil (2010-2020) e seus potenciais impactos econômicos no setor logístico: o caso do Mercado Livre**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: [https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/61610/Monografia - Guilherme Boro - 113.738 - versão final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/61610/Monografia%20-%20Guilherme%20Boro%20-%20113.738%20-%20vers%C3%A3o%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 20 fev. 2022.
- CHERTOW, M. Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. **Annual Review of Energy and the Environment**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 313–337, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>. Acesso em: 3 mar. 2021.
- CHERTOW, M. *et al.* Tracking the diffusion of industrial symbiosis scholarship using bibliometrics: Comparing across Web of Science, Scopus, and Google Scholar. **Journal of Industrial Ecology**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jiec.13099>. Acesso em: 3 mar. 2021.
- DONG, L. *et al.* Promoting low-carbon city through industrial symbiosis: A case in China by applying HPIMO model. **Energy Policy**, [s. l.], v. 61, p. 864–873, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.084>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GENC, O. *et al.* A socio-ecological approach to improve industrial zones towards eco-industrial parks. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 250, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109507>. Acesso em: 21 set. 2021.

GENG, Y.; CÔTÉ, R. P. Scavengers and decomposers in an eco-industrial park. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 333–340, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13504500209470128>. Acesso em: 3 nov. 2021.

HERZER, E. *et al.* Simbiose Industrial e a redução dos impactos ambientais dos processos produtivos: estudos realizados entre 2012 e 2017. **COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional**. Taquara, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26767/COLOQUIO.V17I3.1742>. Acesso em: 7 set. 2021.

JI, Y. *et al.* Which factors promote or inhibit enterprises' participation in industrial symbiosis? An analytical approach and a case study in China. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 244, p. 118600, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.118600>. Acesso em: 18 mar. 2021.

KALUNDBORG SYMBIOSIS. **Guide for industrial symbiosis facilitators**. [s.l.]: [s. n.], 2021. Disponível em: <http://www.symbiosis.dk/en/>. Acesso em: 13 mar. 2021.

KECHICHIAN, E.; JEONG, M. H. **Mainstreaming Eco-Industrial Parks**. Washington, DC: [s. n.], 2016. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24921>. Acesso em: 05 nov. 2021.

LAMBERT, A.; BOONS, F. Eco-industrial parks: Stimulating sustainable development in mixed industrial parks. **Technovation**, [s. l.], v. 22, n. 8, p. 471–484, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(01\)00040-2](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(01)00040-2). Acesso em: 6 set. 2021.

LE TELLIER, M. *et al.* Towards sustainable business parks: A literature review and a systemic model. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 216, p. 129–138, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.145>. Acesso em: 2 set. 2021.

LOWE, E. A. *et al.* **Fieldbook for the Development of Eco-Industrial Parks Indigo Development**. [S. l.: s. n.], 1996. Disponível em: <http://infohouse.p2ric.org/ref/10/09932.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

NEVES, A. *et al.* A comprehensive review of industrial symbiosis. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 247, p. 119113, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>. Acesso em: 11 dez. 2020.

ROCHA, L. K. **A Simbiose Industrial aplicada na inter-relação de empresas e seus stakeholders na cadeia produtiva metal-mecânica na bacia do Rio dos Sinos**. 210 f. 2010.



Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo: 2010.

SUSUR, E.; *et al.* A strategic niche management perspective on transitions to eco-industrial park development: A systematic review of case studies. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 140, p. 338–359, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.06.002>. Acesso em: 6 set. 2021.

TSENG, M.-L. *et al.* A causal eco-industrial park hierarchical transition model with qualitative information: Policy and regulatory framework leads to collaboration among firms. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 292, p. 112735, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112735>. Acesso em: 25 ago. 2021.

USPCSD. Eco-Industrial Park Workshop Proceedings. **Eco-Industrial Park Workshop**, Washington, 1996. Disponível em: https://clintonwhitehouse2.archives.gov/PCSD/Publications/Eco_Workshop.html%0Ahttp://clinton2.nara.gov/PCSD/Publications/Eco_Workshop.html#for. Acesso em: 05 nov. 2021.

WANG, C. *et al.* Emergy-based ecological efficiency evaluation and optimization method for logistics park. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 28, n. 41, p. 58342–58354, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14781-x>. Acesso em: 11 nov. 2021.

WORLD BANK. **International Framework for Eco-Industrial Parks v.2**. Washington, DC: n. 2, 2021. Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-04/An_international_framework_for_eco-industrial_parks_v2.0.pdf. Acesso em: 08 nov. 2021.

XU, Y. *et al.* Analysis on the location of green logistics park based on heuristic algorithm. **Advances in Mechanical Engineering**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 1–13, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1687814018774635>. Acesso em: 10 dez. 2021.

ZENG, D. *et al.* China's green transformation through eco-industrial parks. **World Development**, [s. l.], v. 140, p. 105249, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105249>. Acesso em: 6 set. 2021.

ZHANG, D. *et al.* Optimal Hierarchical Decision Model for a Regional Logistics Network with Environmental Impact Consideration. **The Scientific World Journal** [s. l.], 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2014/542548>. Acesso em: 19 jan. 2022.