

PARQUES ECO INDUSTRIAIS: UMA ANÁLISE DAS EXPERIÊNCIAS EXTERNAS E PERSPECTIVAS PARA O BRASIL

ANDRÉ FIGUEIREDO FONSECA RIBEIRO

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR)

REGINALDO FIDELIS

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR)

MARCO ANTONIO FERREIRA

FEA-RP/USP - FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE RIBEIRÃO PRETO DA USP

Introdução

A Economia Circular abrange vários aspectos em diversos níveis que podem ir desde uma modificação em processo isolado (nível micro) até mudança no ordenamento jurídico que obrigue a uma adaptação das empresas (macro). No presente trabalho – no entanto – nos focaremos no que poderia ser classificado como o nível meso: o desenvolvimento e implantação dos parques eco industriais.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Verificar o estado da arte sobre Parques Eco Industriais Realizar uma pesquisa bibliométrica visando mapear as publicações sobre o tema dos parques Eco industriais.

Fundamentação Teórica

Economia Circular Conforme já mencionamos anteriormente, nosso modelo de desenvolvimento econômico está centrado no que Ness (2008) se refere como fluxo linear: extração de recursos, produção, consumo e descarte. Devido a essa característica, aliada a busca constante pelo crescimento econômico, esse modelo apresenta uma demanda sempre crescente de recursos. Sejam na forma de capital, recursos naturais, produção, consumo e consequentemente, descarte. Ainda que tal modelo seja o padrão das principais economias mundiais.

Metodologia

Foi realizada uma sistematização da literatura envolvendo 11 categorias de análise em um banco de dados composto por 40 artigos publicados em periódicos internacionais relevantes.

Análise dos Resultados

Portanto, podemos destacar como aspectos essenciais a importância do papel do Estado como incentivador, através da elaboração de políticas públicas e outras formas de fomento, para que os Parques Eco Industriais se tornem uma realidade. Para que sejam viáveis e tenham o impacto positivo que esperamos, nos parece fundamental que tais parques tenham, entre as suas principais interações, o reaproveitamento de resíduos e energético. Além dos benefícios econômicos e ambientais, o aspecto social não pode ser desprezado.

Conclusão

No caso das oportunidades pouco exploradas, destacamos a facilidade e variedade de empresas/indústrias que podem se beneficiar de interações mais simples, tais como o compartilhamento de infraestrutura e logística.

Referências Bibliográficas

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. GENC, O. et al. Circular eco-industrial park design inspired by nature: An integrated non-linear optimization, location, and food web analysis. *Journal of Environmental Management*, [s. l.], v. 270, 2020.

Palavras Chave

Eco-park, Economia circular, Eco Parques Industriais

PARQUES ECO INDUSTRIAIS: UMA ANÁLISE DAS EXPERIÊNCIAS EXTERNAS E PERSPECTIVAS PARA O BRASIL

INTRODUÇÃO

Conforme os impactos das ações do homem na degradação do meio-ambiente vão se intensificando e seus resultados tornam-se cada dia mais evidentes, faz-se necessário buscar novos caminhos na condução das políticas econômicas. Neste caso, um caminho que contemple também os aspectos ambientais. Empresas e países que tomarem a dianteira nesse movimento, certamente serão mais capazes de lidar com esses novos desafios (GENG; SARKIS; ULGIATI, 2016). No entanto, nosso modelo de desenvolvimento econômico está centrado no que Ness (2008) se refere como fluxo linear: extração de recursos, produção, consumo e descarte. Devido a essa característica, aliada a uma busca constante pelo crescimento econômico, esse modelo apresenta uma demanda sempre crescente de recursos. Colocando de outra forma, seguimos o padrão onde extraímos os recursos naturais do planeta, fabricamos os produtos na maior quantidade possível – e com o menor ciclo de vida para que exista uma demanda constante – e em seguida os jogamos fora (GENG; SARKIS; ULGIATI, 2016). Nas palavras de Clóvis Cavalcanti, “um carro zero é pré-sucata” (2012).

Sendo assim, faz-se necessário operar uma mudança neste modelo e substituir essa perspectiva linear por uma que possa garantir um futuro mais sustentável. A Economia Circular (EC), ao buscar um novo modelo de negócios que tem como objetivo a otimização na utilização dos recursos disponíveis (GENG, SARKIS e ULGIATI, 2016), se torna um dos caminhos possíveis. Tal caminho já vem sendo traçado e tem na China e União Europeia seus principais expoentes (MCDOWALL *et al.*, 2017). Os conceitos que norteiam as ações da Economia Circular são relativamente simples e abrangem ações voltadas a um maior aproveitamento (ou reaproveitamento) dos recursos disponíveis, mas vêm sendo implantados com formas e objetivos distintos nesses dois lugares: enquanto a União Europeia enxerga nela uma forma de buscar uma maior competitividade das empresas, a China busca formas de aliar o desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente e declínio da poluição (MCDOWALL *et al.*, 2017). A Economia Circular abrange vários aspectos em diversos níveis que podem ir desde uma modificação em processo isolado (nível micro) até mudança no ordenamento jurídico que obrigue a uma adaptação das empresas (macro). Os Parques Eco Industriais, foco de nosso trabalho, se encaixaria no nível meso.

Importante ressaltar que, após uma busca nas bases SCOPUS®, Web of Science® e SCIELO®, utilizando termos amplos (tais como “eco-park” ou “circular economy”) e sem impor recortes temporais verificou-se a quase inexistente participação brasileira nesse tema de pesquisa. Quando consideramos apenas a busca pelos termos “eco-industrial park” and “design”, a qual faz parte do objetivo central do presente trabalho, onde verificamos que não existem trabalhos envolvendo exemplos nacionais nas diversas bases de dados consultadas, percebemos o importante caminho a percorrer. Como muito bem demonstrou Cavalcanti (2012), o modelo atual simplesmente não é viável no longo prazo e precisa ser revisto. Independentemente da motivação para a mudança, ela precisa ocorrer (ou ser retomada) o quanto antes no Brasil e a evolução neste seguimento do conhecimento científico pode contribuir para isso.

Nesse sentido, ainda que pareça paradoxal, temos uma oportunidade importante: existem diversos modelos sendo implementados e testados ao redor do mundo e podemos, na medida do possível, aprender com os seus erros e acertos. Obviamente, as realidades em termos

econômicos, sociais, políticos e até mesmo culturais distintas e não podemos simplesmente selecionar e copiar um exemplo de sucesso sob o risco de ele não funcionar corretamente por aqui. Desta forma, o ideal seria buscar nesses exemplos e pesquisas realizadas, diretrizes que possam nortear a implementação de futuros Parques Eco Industriais no Brasil. Neste processo, não podemos deixar de levar em conta as diversas características que nos fazem únicos.

Ainda que o Brasil não possa ser diretamente comparado com outros países onde a Economia Circular (EC) e os Parques Eco industriais (PEI) se encontram mais desenvolvidos, é possível buscar – especialmente em países em desenvolvimento – por exemplos, modelos e diretrizes para nos auxiliar nessa tarefa. Quando pensamos nessas questões, a China – com seus mais de 30 anos de experiência nesses campos – nos parece uma grande fonte de informações (GHISELLINI; CIALANI; ULGIATI, 2016). No entanto, temos exemplos presentes entre outros membros dos BRICS e, especialmente, na Coreia do Sul que possuem grande potencial para servirem de exemplo e inspiração ao modelo que almejamos. Assim este, trabalho irá buscar através de uma revisão sistemática da literatura diretrizes para a instalação e fomento de Parques Eco Industriais no Brasil.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Podemos pensar os Parques Eco Industriais como uma aplicação, expressão ou mesmo um resultado prático da chamada “Simbiose Industrial” (ZHANG *et al.*, 2016). Este conceito, por sua vez, estaria também inserido em algo mais extenso denominado “Ecologia Industrial”. Neste sentido, Erkman (1997) nos mostra uma questão interessante ao apresentar o assunto, pois o termo “Ecologia Industrial” realmente nos parece uma contradição. No entanto, como o próprio autor apresenta em seguida, um sistema industrial pode ser descrito como um tipo de ecossistema, pois, assim como ocorre na natureza, tais sistemas também possuem fluxos de materiais, energias e informações. Ele vai além ao afirmar que os sistemas industriais dependem dos recursos e serviços provenientes da biosfera. Portanto, não poderiam ser dissociados do ambiente. Chertow (2000) caminha na mesma direção ao apontar que o conceito da Ecologia Industrial não pode ser considerado de forma isolada ao ambiente.

Côté e Cohen-Rosenthal (1998), acrescentam outros pontos significativos a discussão ao afirmar que a indústria é essencialmente uma construção humana. Uma vez que os seres humanos são criaturas sociais, eles argumentam que seria necessário buscar uma abordagem que – além do ambiente – também levasse em conta perspectivas sociais e interesses da comunidade. Em outras palavras, eles acrescentam o componente social.

Apesar da enorme importância do componente social, talvez a contribuição mais interessante seja a comparação entre os sistemas ecológicos e os industriais tradicionais: enquanto na natureza o que mantém a integridade e estabilidade de um ecossistema é – em grande medida – a interação e interdependência entre os organismos, nos sistemas industriais o que se observa é justamente o oposto. Ou seja, buscam a independência e a competitividade em relação a outros empreendimentos. No entanto, as empresas estão inseridas em cadeias ou teias de fornecedores e clientes, semelhantes àquelas cadeias e teias que ocorrem em ecossistemas naturais. Além disso, dependem do mesmo ambiente para a obtenção de energia e recursos naturais. (ERKMAN, 1997)

Lowe (1997), no entanto, faz uma ressalva ao afirmar que essa abordagem bastante voltada aos ecossistemas industriais contempla apenas um aspecto da Ecologia Industrial. A

Ecologia Industrial seria um campo bem mais amplo que permite a diversos Stakeholders vejam o sistema que compartilham como um todo e planejem ações que proporcionem uma maior integração com os sistemas naturais. Tais ações contemplariam, por exemplo, a busca por um aumento na vida útil dos produtos e uma mudança na estratégia de produção onde a ênfase seria direcionada aos serviços ao invés da produção de novos bens.

Ao contrário do que ocorre na literatura quando se discute as origens da Ecologia Industrial, onde não encontramos um consenso na bibliografia analisada, as definições de um Parque Eco Industrial se mostram muito mais próximas e homogêneas entre si. Em linhas gerais, os parques eco industriais podem ser definidos como uma comunidade onde empresas prestadoras de serviços e indústrias são instaladas em um mesmo espaço físico ou, mesmo distantes fisicamente, sejam capazes de promover uma interação positiva entre seus diferentes atores. Seus membros buscam uma melhoria nos resultados econômicos, sociais e ambientais através da cooperação ao lidar com os recursos e desafios ambientais. Ou seja, buscam um resultado coletivo superior ao que seria possível quando consideradas como organizações isoladas (VEIGA; MAGRINI, 2009). Chertow (2000), traz uma definição bastante semelhante, mas compara as relações encontradas nos Parques Eco Industriais (também apresentada como Simbiose Industrial) como sendo de ordem “mutualística”. Desta forma, o que se buscaria é estabelecer relações em que os resultados sejam positivos para todas as entidades que fazem parte do arranjo.

Lowe (1997), por sua vez, define os Parques Eco Industriais como uma comunidade de empresas de manufatura e serviços que visam um melhor desempenho nas áreas econômicas e ambiental por meio da colaboração. Tal colaboração alcançaria a gestão de recursos, incluindo energia, água e materiais. De acordo com o autor, seu principal objetivo seria melhorar o desempenho econômico dessas empresas ao mesmo tempo em que minimizaria os impactos ambientais. Assim como outros autores, ele reforça o aspecto da parceria, pois ao trabalhar em conjunto, a comunidade de empresas que formam o parque, busca um benefício coletivo superior do que a soma dos benefícios individuais que cada empresa alcançaria se elas se concentrassem na otimização apenas seu desempenho individual.

Como diferencial em sua definição, destacamos a incorporação das empresas de serviços como parte dos Parques Eco Industriais. Além disso, Lowe apresenta como componentes dessa abordagem as possibilidades de se buscar um projeto inteiramente novo ou uma adaptação de infraestrutura e instalações do parque, prevenção da poluição, eficiência energética e parcerias entre empresas. Através da colaboração, esta comunidade de empresas torna-se o que o autor denomina de "ecossistema industrial". Dentre os possíveis benefícios deste arranjo, Lowe destaca a redução na utilização de matérias-primas, incremento na eficiência energética – e com isso, a redução do consumo energético. Outros possíveis benefícios desse modelo seria a redução no volume de resíduos a serem descartados e um incremento na quantidade e tipos de saída de processos com valor de mercado.

Ainda que alguns autores tragam em suas definições e modelos a possibilidade de que os empreendimentos não estejam fisicamente próximos uns dos outros (VEIGA; MAGRINI, 2009), Lowe (1997) acaba dando bastante ênfase acerca das vantagens que tal proximidade física entre as empresas representa nesse tipo de arranjo. O autor pontua, por exemplo, a incapacidade técnica de se transportar vapor por longas distância. Além disso, a redução de custos com transporte ou compartilhamento de infraestrutura somam pontos importantes tanto

na redução de custos quanto na diminuição na geração de resíduos. Colocando de outra forma, uma vez que os principais objetivos de um Parque Eco Industrial são a redução do impacto ambiental e a geração de benefícios financeiros aos seus membros, a proximidade física representa uma maneira bastante simples e direta de se chegar a tais resultados.

METODOLOGIA

Tendo esse objetivo em mente, entendemos que uma revisão sistemática da literatura seria uma ferramenta fundamental para verificarmos aspectos mais relevantes e identificar lacunas que possam ser exploradas na própria pesquisa (AMUI *et al.*, 2017). Como metodologia específica para a realização da revisão sistemática, escolhemos utilizar a apresentada por Marco-Ferreira (2020) devido a sua adaptabilidade ao tema pesquisado.

Primeiramente, fizemos uma busca em duas importantes bases de dados: SCOPUS® e Web of Science®. Para que fosse possível delimitar melhor o tema pesquisado e na impossibilidade de lidar com muitos milhares de resultados, optamos pela combinação de duas palavras-chave: “eco-industrial park” e “design”. Como critérios para inclusão em nossa lista, buscamos apenas artigos completos publicados em revistas, que fossem revisados por pares e publicados em inglês. Uma vez que o número total de artigos não foi muito expressivo (145) optamos por não utilizar nenhum tipo de recorte temporal e analisar todos os resultados.

Após a leitura de todos os abstracts, foram excluídos os artigos cujo conteúdo não seria pertinente para a nossa pesquisa. Infelizmente, alguns artigos que pareciam bastante interessantes e com aderência ao tema pesquisado também foram desconsiderados em razão do idioma – os respectivos abstracts estavam redigidos em inglês, mas seu conteúdo, apesar do filtro selecionado, estava em chinês. Em seguida, foram elaboradas 11 categorias de análise utilizadas para classificar os 41 artigos selecionados nessa etapa. Aproveitando essa etapa do trabalho foi possível – ao analisar as bibliografias citadas nesses artigos selecionados – rastrear os principais autores e obras que serviram para embasar sua sustentação teórica. Através da leitura cuidadosa desses artigos e obras citados, foi possível elaborar nosso referencial teórico onde apresentamos os principais conceitos discutidos no presente trabalho.

Categorias de Análise

Categoria 1: Local de origem do artigo (país). Nesta categoria o que se procurou, muito mais do que a origem dos pesquisadores ou a localização física instituição a qual pertencem, foi determinar o local onde os principais resultados da pesquisa foram colhidos e analisados.

Categoria 2: Foco da pesquisa. Esta categoria foi subdividida em quatro dependendo do principal foco (objetivo) do artigo e foram classificadas em: discussão teórica (2A); apresentação de modelo implementação (2B); análise de caso específico (2C); análise sistemática (2D). Apesar de parecerem próximos, entendemos como apresentação de um modelo de implementação (2B) a discussão sobre como foi criado ou aplicado um determinado modelo. Na categoria 2C (análise de caso específico) reservamos para trabalhos voltados ao estudo ou apresentação de um caso específico (que se enquadrariam também na categoria 3E). Na última categoria, reunimos artigos que apresentam resultados de revisões sistemáticas ou bibliométricas da literatura.

Categoria 3: Metodologia empregada na pesquisa. Nesta categoria os artigos foram classificados de acordo com a metodologia principal empregada na pesquisa. São elas:

Conceitual (3A); Qualitativo (3B); Quantitativo (3C); Misto (3D) e; Estudo de caso (3E). A categoria “Misto” foi pensada para trabalhos que utilizaram mais de uma metodologia – geralmente qualitativo e quantitativo. A categoria “Conceitual” foi criada com o intuito de identificar, com maior precisão, os trabalhos mais voltados à apresentação de conceitos e diferenciá-los de outros artigos qualitativos que trabalhem outros aspectos mais práticos.

Categoria 4: Setor Analisado. Na presente categoria, os artigos foram classificados de acordo com o tipo de empreendimento que compõe o Parque Eco Industrial: Indústria (4A); Serviços (4B) e; Misto(4C). A categoria “misto” foi pensada para artigos que abordassem interações simbióticas entre os dois tipos e não apenas dividiam o espaço físico do Parque Eco Industrial. Ainda que, teoricamente, um parque composto apenas de empresas prestadoras de serviços não possa ser classificado como “industrial”, mantivemos a categoria 4B por entendermos que esse possa ser um caminho a ser trilhado.

Categoria 5: Tipo de criação/formação do Parque Eco Industrial. Nesta categoria encontramos, basicamente, dois tipos de classificação: Bottom-up (5A); Top-down (5B). A primeira diz respeito a parques eco industriais que tiveram sua origem de forma espontânea (não contaram com uma intervenção estatal ou planejamento prévio) e na segunda os que foram previamente planejados (ou redesenhados) para que suas empresas instaladas no local operassem de forma simbiótica (CHERTOW, 2007). Ao final, incluímos a classificação Misto (5C) aplicada a artigos onde os autores tratavam dos dois tipos ou parques eco industriais que tiveram início de forma espontânea, mas foram modificados posteriormente.

Categoria 6: Tipos de incentivo/fomento envolvido na criação/manutenção do PEI: Totalmente público (6A); totalmente privado (6B) ou; Misto (6C). Consideremos importante adicionar a classificação “misto” para contemplar estudos em que havia uma clara parceria entre os setores público e privado e em casos em que o setor público interveio para reorganizar um parque previamente auto-organizado pelo setor privado. De certa forma, esta categoria está ligada à anterior, pois o tipo de formação do parque diz muito sobre a maneira como ele foi criado.

Categoria 7: Principais impactos. Impactos Positivos (7A), negativos (7B) ou neutros (7C): financeiros (a); economia de insumos (b); sociais (c); ambientais (d). Esta categoria foi subdividida em duas partes: na primeira parte os artigos foram classificados de acordo com o viés da pesquisa. Ou seja, se ela se concentra em apresentar os resultados por um viés positivo, negativo ou neutro. Na segunda parte da categoria, apontamos em quais áreas os principais impactos medidos estavam concentrados.

Categoria 8: Impactos sustentáveis abordados ou mencionados no artigo. Impactos econômicos (8A); social (8B) e; ambiental (8C) – água (8C.1), energia (8C.2), resíduos sólidos (8C.3), poluição atmosférica (8C.4). Nesta categoria foram classificados os principais aspectos ligados ao tripé da sustentabilidade (Triple Bottom-Line) que seriam o aspecto social, econômico e ambiental (ELKINGTON, 1998). Dentro do campo ambiental – que acabou se mostrando o principal abordado nos artigos – optamos por apontar, como maior grau de precisão, onde se concentravam as interações mencionadas.

Categoria 9: Número de empresas/Indústrias que compõem o Parque Eco Industrial. Nesta categoria foram apresentados – numericamente e quando esse dado constava de alguma forma no artigo – a quantidade total de empreendimentos que foram considerados na pesquisa realizada.

Categoria 10: Foco do nível do estudo: micro (10A); meso (10B) e; macro (10C). Nesta categoria o que se buscou foi classificar os artigos de acordo com o nível da abordagem. Trabalhos com foco em arranjos menores ou que direcionassem sua análise para aspectos

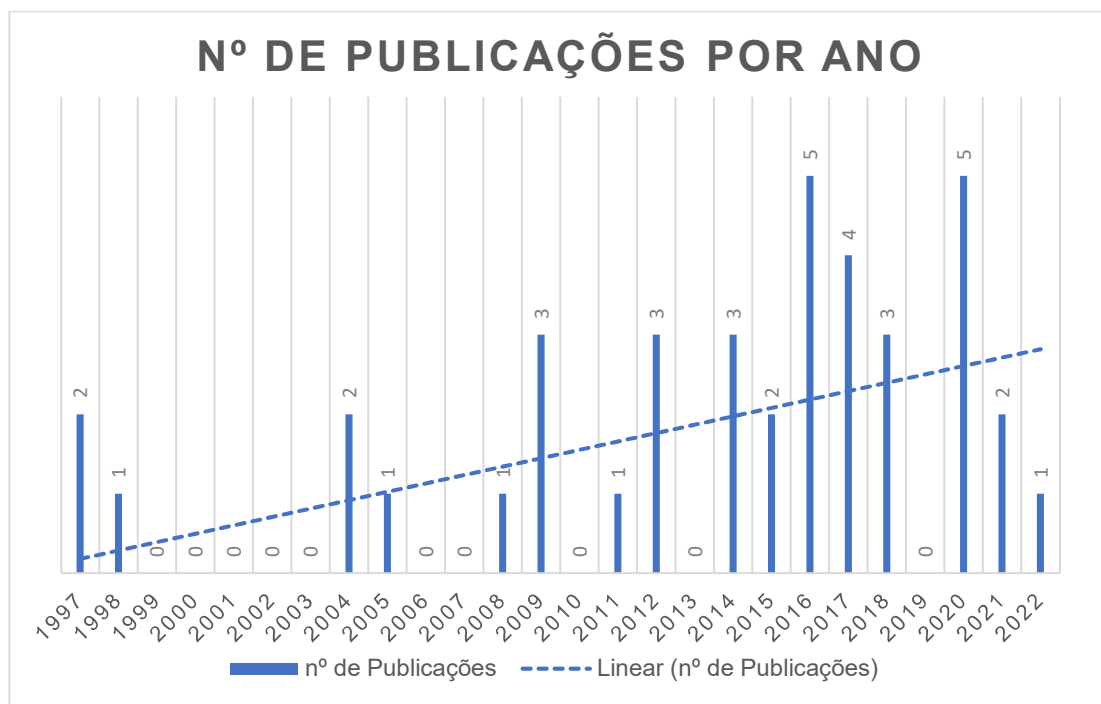
específicos – tais como processos ou interações entre tipos de indústrias/serviços – foram classificados como “micro”. Aqueles que abordassem o parque eco industrial em sua totalidade foram classificados como “meso”. Finalmente, os trabalhos com foco em arranjos regionais, nacionais ou que tratassem de políticas públicas com grande abrangência, foram colocados na categoria “macro”.

Categoria 11: Foco do Eco Parque (relação/compartilhamento das empresas): reaproveitamento de resíduos (11A); compartilhamento de infraestrutura (11B); cogeração energética (11C); compartilhamento de serviços/logística (11D) ou; combinação de dois ou mais (11E). Nesta categoria buscamos mapear e classificar as principais interações exploradas no contexto dos parques Eco Industriais. Importante mencionar que, a partir da leitura e classificação dos artigos, consideramos importante apontar todas as categorias abordadas na pesquisa e não apenas eleger uma principal ou utilizar uma categoria específica para agrupar os trabalhos que abordassem duas ou mais classificações. Desta forma, a categoria 11E acabou não sendo empregada de forma isolada.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, apresentaremos uma síntese dos principais aprendizados obtidos após a leitura, categorização e análises resultantes da revisão sistemática. Abordaremos aspectos que possam ser úteis na elaboração de diretrizes para a implantação dos parques eco industriais. Buscaremos ressaltar os aspectos mais abordados, os pouco explorados e as oportunidades – e desafios – representados pela realidade brasileira.

Gráfico 1 - Número de Publicações por Ano



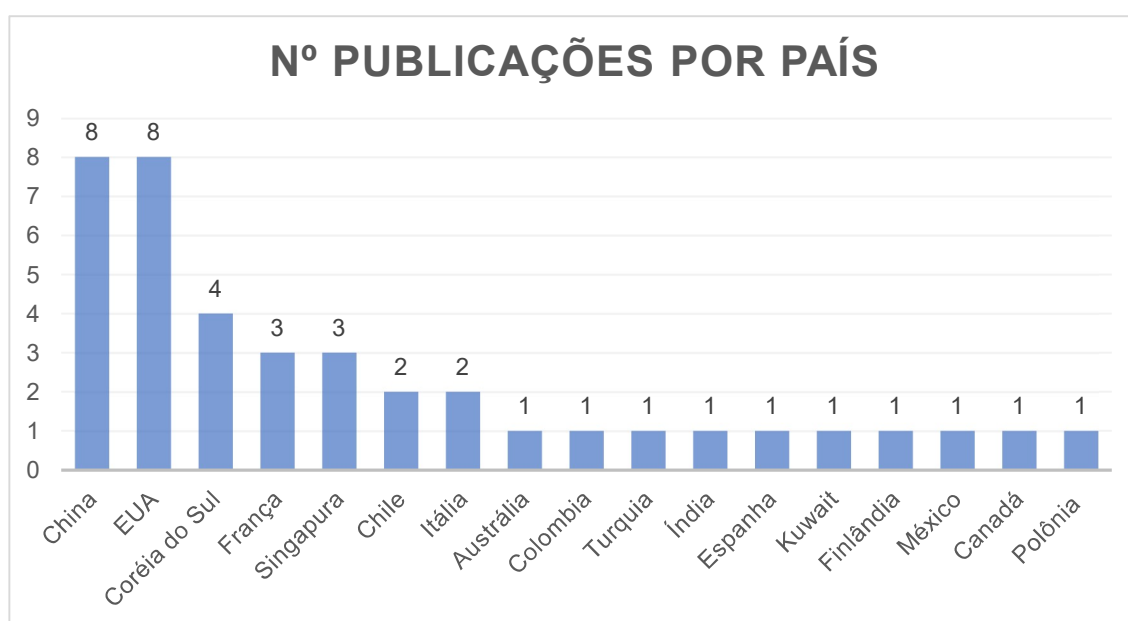
(Fonte: Autor)

Conforme podemos observar no gráfico 1, este é um tema que já era alvo de investigação e debates em décadas passadas, mas vem recebendo mais atenção à medida que a pauta

ambiental e ações voltadas ao desenvolvimento sustentável vem se tornando mais central. Neste contexto, não podemos deixar de mencionar que importantes atores internacionais veem no modelo da Economia Circular, no qual os parques Eco Industriais estão inseridos, um dos caminhos possíveis para atingir esse objetivo (PRIETO-SANDOVAL *et al.*, 2021).

Dentre esses atores, dois se destacam mais fortemente: China e União Europeia. Ainda que a China tenha iniciado estudos nos anos 1980 e colocado seu primeiro PEI em funcionamento em 2001 (LI *et al.*, 2017), foi apenas em 2009 onde o país adotou, oficialmente, uma legislação voltada ao tema da Economia Circular. No caso da União Europeia, o mesmo só ocorreu 5 anos mais tarde (PRIETO-SANDOVAL *et al.*, 2021). Essas duas datas ajudam a explicar o crescimento da produção acadêmica após 2014, concentrando, nesse período, mais da metade dos artigos selecionados (25 de um total de 41).

Gráfico 2 - Número de Publicações por País



(Fonte: Autor)

Conforme mencionado anteriormente, podemos observar a grande participação da China e União Europeia na produção acadêmica relativa ao tema pesquisado. A China aparece com 8 trabalhos e os membros da União Europeia (França, Itália, Turquia, Espanha e Polônia) somam 10 artigos. Interessante notar que a China teria uma participação ainda maior, caso alguns dos artigos pré-selecionados através da leitura dos abstracts tivessem sido publicados (ou disponíveis) também em inglês e não apenas em chinses.

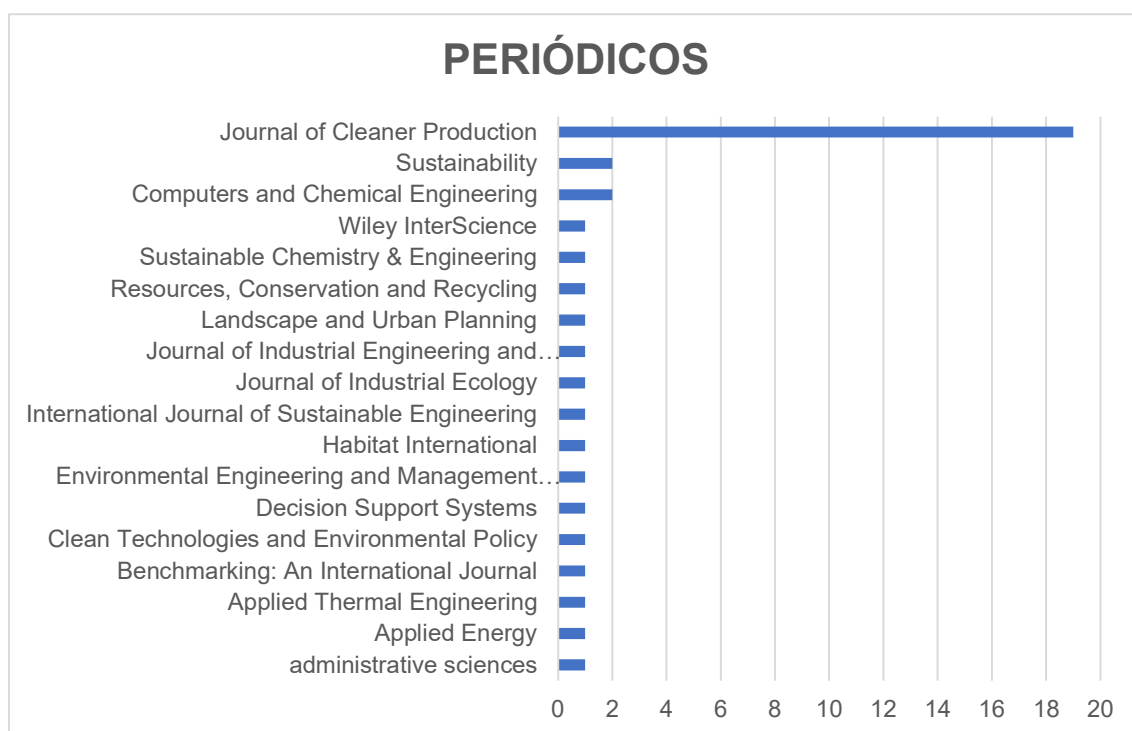
Importante destacar a participação Norte-Americana (quase onipresente) em diversos temas de pesquisa, mas principalmente a Sul-Coreana, pois temos nela um grande potencial de aprendizado uma vez que a realidade coreana é mais próxima da brasileira quando comparada com outros países que se destacam na área. No entanto, se faz necessário apontar que uma parte da produção Norte-Americana ocorreu nos primórdios das discussões. A China, por outro lado, conta com uma produção constante ao longo da primeira década dos anos 2000 e vem se tornando significativa.

Tabela 1 - nº publicações por país - 2015-22

País	nº de publicações (2015-2022)
China	7
França	3
Estados Unidos	2
Coréia do Sul	2
Singapura	2
Chile	2

(Fonte: Autor)

Gráfico 3 - Publicações por periódicos



(Fonte: Autor)

No que diz respeito à relevância de periódicos, temos o Journal of Cleaner Production, do grupo Elsevier, ocupando uma posição de enorme destaque e sendo responsável por publicar quase a metade dos artigos selecionados (19 de um total de 40). Importante destacar – ainda que tenha sido resultado de uma pesquisa envolvendo o tema da Economia Circular que é significativamente mais abrangente e contabiliza milhares de publicações – que Goyal, Chauhan e Mishra (2021) acabaram chegando a conclusões semelhantes ao demonstrar o protagonismo chinês nas pesquisas e a relevância do Journal of Cleaner Production como o principal periódico na área (p.16).

Aspectos mais abordados

Tabela 2 - Síntese dos Principais Resultados

Foco da Discussão
2A – 15% - Discussão Teórica
2B – 56% - Apresentação de Modelo de Implementação
2C – 23% - Análise de Caso Específico

2C – 05% - Análise Sistemática
Metodologia
3A – 08% - Conceitual
3B – 33% - Qualitativo
3C – 38% - Quantitativo
3D – 18% - Mistos
Setor Analisado
4A – 87% - Indústria
4B – Sem ocorrências
4C – 13% - Misto
Criação/Formação PEI
5A – 21% - Bottom-up
5B – 59% - Top-Down
5C – 21% - Misto
Incentivo/Fomento criação/manutenção do PEI
6A – 15% - Totalmente Público
6B – 08% - Totalmente Privado
6C – 77% - Misto
Impactos Positivos
7A.a – 39% - Financeiros
7A.b – 61% - Economia de Insumos
7A.c – 36% - Sociais
7A.d – 81% - Ambientais
Impactos Ambientais
8C.1 – 34% - Água
8C.2 – 78% - Energia
8C.3 – 53% - Resíduos
8C.4 – 25% - Gases (poluição atmosférica)
Nível do Estudo
10A – 28% - Micro
10B – 44% - Meso
10C – 21% - Macro
Foco do Parque Eco Industrial
11A – 77% - Reaproveitamento de resíduos
11B – 54% - Compartilhamento de Infraestrutura
11C – 64% - Reaproveitamento/Cogeração Energética
11D – 26% - Compartilhamento de Serviços/Logística

(Fonte: Autor)

Dentre os aspectos mais abordados, ressaltamos inicialmente a importância da parceria entre o Estado e a Iniciativa Privada na formação e manutenção dos Parques Eco Industriais (categoria 6). Com exceção da China, não verificamos, em nossas buscas, outros casos semelhantes onde coube ao Estado arcar com toda a responsabilidade. Não há dúvida, como argumenta Chertow (2007), de que parcerias que se estabeleçam naturalmente – baseadas em relações de benefício mútuo – seriam preferíveis e teriam mais chances de sucesso. No entanto, nos parece fundamental a participação do Estado para fomentar e manter tais parcerias a partir de políticas próprias e incentivos dados. Não podemos deixar de pensar que, caso o papel do Estado fosse realmente dispensável, já teríamos inúmeros Parques Eco Industriais em funcionamento.

Essa discussão acaba complementando e se relacionando com outro aspecto verificado: a predominância dos parques Top-Down (categoria 5). Obviamente, existe uma grande

distância entre oferecer incentivos as empresas e planejar exatamente quais indústrias poderiam fazer parte do PEI, mas verificamos uma relação entre uma maior participação do Estado e os Parques Eco Industriais do tipo Top-Down.

Outras categorias que nos renderam bons resultados estão a 8 (Impactos sustentáveis) e 11 (Foco do Eco Parque). Com base nos resultados encontrados, podemos verificar a importância dos fluxos de materiais e energia na viabilidade dos PEI pesquisados. Como já mencionamos anteriormente, temos um potencial pouco explorado no que diz respeito ao reaproveitamento (cogeração) energético quando consideramos usinas de etanol (DE LIMA CANEPELE *et al.*, 2020). O país também conta com importantes indústrias na área de papel e celulose que propiciam um grande potencial para estabelecer relações simbióticas (LEHTORANTA, S *et al.*, 2011). Ou seja, uma vez que tais fluxos – materiais e energia – contribuem muito para o sucesso e viabilidade dos Parques Eco Industriais, eles deverão ocupar uma posição central no modelo.

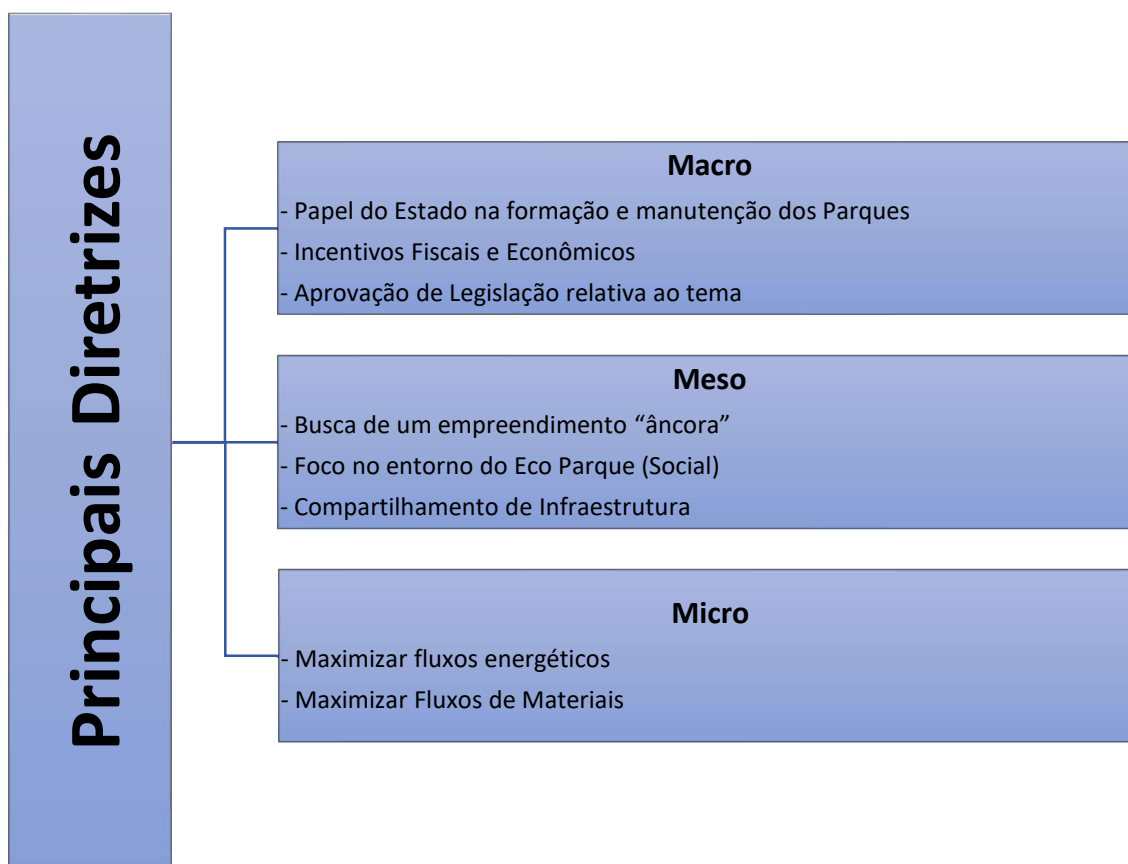
Importante mencionar ainda um aspecto relevante detectado através da leitura do conteúdo dos artigos e não das categorias: a importância de uma empresa/indústria que funcione como “âncora” do Parque Eco Industrial (AL-QURADAGHI; ZHENG; ELKAMEL, 2020). Ou seja, uma indústria – geralmente responsável por um impacto ambiental maior – como é o caso do Papel e Celulose (LEHTORANTA, S. *et al.*, 2011), petroquímica (YUNE *et al.*, 2016) ou mesmo químicas (BELAUD *et al.*, 2019) que ocupe uma posição central onde outras indústrias/empresas acabam orbitando.

Aspectos pouco explorados

Ao mesmo tempo, essas mesmas categorias (8 e 11) acabaram nos mostrando alguns aspectos pouco explorados. Destacamos, inicialmente, o papel secundário dos impactos sociais. Mais uma vez, é possível que a escolha das palavras-chave tenha contribuído para essa baixa incidência (36%), mas mesmo os artigos que abordam o tema, não o colocam como tópico principal. Pensamos que esse aspecto deve – necessariamente – ser considerado no modelo. Especialmente pensando no impacto negativo que uma área industrial pode ter sobre a população que vive ao seu redor (VEIGA; MAGRINI, 2007).

Dentre os focos menos explorados (Categoria 11) temos o Compartilhamento de serviços/logística com a menor proporção (presente em apenas 26%). Quando pensamos na elaboração dessa categoria, o objetivo principal para a sua criação foi justamente buscar mapear relações menos cruciais para a viabilidade do PEI, mas que pudesse indicar a presença de outros tipos de empresas operando no Parque Eco Industrial. É possível que, devido ao seu impacto ambiental relativamente baixo quando comparado a outras interações, ele tenha sido simplesmente deixado de lado. No entanto, quando verificamos os resultados da categoria 4 (Setor Analisado) nos quais 87% abordavam apenas o setor industrial, percebemos realmente a existência de uma lacuna a ser mais bem explorada.

Figura 1 – Síntese das principais diretrizes



Fonte: Autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, podemos destacar como aspectos essenciais a importância do papel do Estado como incentivador, através da elaboração de políticas públicas e outras formas de fomento, para que os Parques Eco Industriais se tornem uma realidade. Para que sejam viáveis e tenham o impacto positivo que esperamos, nos parece fundamental que tais parques tenham, entre as suas principais interações, o reaproveitamento de resíduos e energético. Além dos benefícios econômicos e ambientais, o aspecto social não pode ser desprezado. Em especial, nas áreas afetadas diretamente pelo PEI. Destacamos ainda a importância de se buscar uma indústria âncora que opere como ponto central do PEI.

No caso das oportunidades pouco exploradas, destacamos a facilidade e variedade de empresas/indústrias que podem se beneficiar de interações mais simples, tais como o compartilhamento de infraestrutura e logística. Ou seja, ainda que a contribuição na redução de impactos ambientais não seja elevada, a participação de indústrias e empresas de menor porte pode contribuir para o sucesso do PEI como um todo. Finalmente, não podemos deixar de mencionar a particularidade (e oportunidade) brasileira no que diz respeito ao potencial energético proveniente da queima de biomassa.

BIBLIOGRAFIA

AL-QURADAGHI, S.; ZHENG, Q. P.; ELKAMEL, A. Generalized framework for the design of eco-industrial parks: Case study of end-of-life vehicles. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 12, n. 16, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85089854018&doi=10.3390%2Fsu12166612&partnerID=40&md5=9b9ccd0370fe5dcd2cd80ff26a747aa4>.

AMUI, L. B. L. *et al.* Sustainability as a dynamic organizational capability: a systematic review and a future agenda toward a sustainable transition. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 142, p. 308–322, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.103>.

BELAUD, J. P. *et al.* A circular economy and industrial ecology toolbox for developing an eco-industrial park: perspectives from French policy. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s. l.], v. 21, n. 5, p. 967–985, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85067343548&doi=10.1007%2Fs10098-019-01677-1&partnerID=40&md5=37b58510cc3ac73e72b4066b64803d03>.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica. **Estudos avançados**, [s. l.], v. 26, p. 35–50, 2012.

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.

CÔTÉ, R. P.; COHEN-ROSENTHAL, E. Designing eco-industrial parks: A synthesis of some experiences. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 6, n. 3–4, p. 181–188, 1998. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0032291076&doi=10.1016%2Fs0959-6526%2898%2900029-8&partnerID=40&md5=88d80619a0121b72eb7df9dacao06cb7>.

DE LIMA CANEPPELE, F. *et al.* Cogeração De Energia Em Usina Sucroalcooleira Almejando Sustentabilidade. **Expressa Extensão**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 45–59, 2020.

ELKINGTON, J. ACCOUNTING FOR THE TRIPLE BOTTOM LINE. **Measuring Business Excellence**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 18–22, 1998. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/eb025539/full/html>.

ERKMAN, S. Industrial ecology: An historical view. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 5, n. 1–2, p. 1–10, 1997.

GENG, Y.; SARKIS, J.; ULGIATI, S. Sustainability, well-being, and the circular economy in China and worldwide. **Science**, [s. l.], v. 6278, n. Supplement, p. 73–76, 2016.

GOYAL, S.; CHAUHAN, S.; MISHRA, P. Circular economy research: A bibliometric analysis (2000–2019) and future research insights. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 287, 2021.

LEHTORANTA, S *et al.* Industrial symbiosis and the policy instruments of sustainable consumption and production. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 19, n. 16, p. 1865–

1875, 2011. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-80052025009&doi=10.1016%2Fj.jclepro.2011.04.002&partnerID=40&md5=3dd4296dcedcf3cc420ef0bd34c5ec9a>.

LEHTORANTA, S. *et al.* Industrial symbiosis and the policy instruments of sustainable consumption and production. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 19, n. 16, p. 1865–1875, 2011.

LI, B. *et al.* The vulnerability of industrial symbiosis: A case study of Qijiang Industrial Park, China. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 157, p. 267–277, 2017. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85019400565&doi=10.1016%2Fj.jclepro.2017.04.087&partnerID=40&md5=207f12ccfa45c02eadcebd89930e7690>.

LOWE, E. A. Creating by-product resource exchanges: Strategies for eco-industrial parks. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 5, n. 1–2, p. 57–65, 1997.

MARCO-FERREIRA, A. *et al.* Lean and Green: practices, paradigms and future prospects. **Benchmarking**, [s. l.], v. 27, n. 7, p. 2077–2107, 2020.

MCDOWALL, W. *et al.* Circular Economy Policies in China and Europe. **Journal of Industrial Ecology**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 651–661, 2017.

NESS, D. Sustainable urban infrastructure in China: Towards a Factor 10 improvement in resource productivity through integrated infrastructure systems. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 288–301, 2008.

PRIETO-SANDOVAL, V. *et al.* Beyond the circular economy theory: Implementation methodology for industrial smes. **Journal of Industrial Engineering and Management**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 425–438, 2021.

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.

YUNE, J. H. *et al.* Greening Chinese chemical industrial park by implementing industrial ecology strategies: A case study. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 112, p. 54–64, 2016.

ZHANG, Y. *et al.* Network analysis of eight industrial symbiosis systems. **Frontiers of Earth Science**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 352–365, 2016.