

ECOPARQUES INDUSTRIAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA INTERNACIONAL

Willerson Lucas de Campos Silva (USP)
willerson_50@hotmail.com
Joao Amato Neto (USP)
amato@usp.br



Para que se considere a sustentabilidade no desenvolvimento de novos produtos e processos, a adoção de práticas voltadas para a ecoeficiência se mostra como forma de auxiliar as empresas neste objetivo. Uma forma de unir as parcerias de longo prazo com práticas ecoeficientes é por meio da construção de Ecoparques Industriais, pois ao buscar parcerias, em especial no âmbito empresarial, busca-se gerar ainda mais valor para a organização. Ecoparques industriais são importantes instrumentos rumo a sustentabilidade e se mostram como uma fonte de vantagem competitiva na economia global. Este artigo objetiva analisar a literatura científica sobre Ecoparques industriais. Uma revisão sistemática da literatura foi conduzida na base do Web of Science, a fim de se apresentar como está acontecendo o debate do tema na literatura científica especializada. Como resultado tem-se que se trata de um tema recente, onde o artigo mais antigo da amostra data de 2004; que há uma concentração tanto de pesquisadores quanto de journals que tem se destacado na publicação do tema e; as principais abordagens teóricas encontradas foram simbiose industrial e ecologia industrial.

Palavras-chave: Ecologia industrial, Revisão sistemática da literatura, Simbiose industrial.

1. Introdução

As parcerias de longo prazo são essenciais para que as organizações consigam fazer a transição rumo à sustentabilidade, sendo necessário uma visão sistêmica para se alcançar a sustentabilidade pretendida (GENG et al., 2014). Para tal transição, teoria e prática têm feito uso de ideias e práticas multidisciplinares para caracterizar esse novo paradigma organizacional. Nesse contexto está a utilização de termos da ecologia, como a simbiose industrial, a qual se pauta na associação de diferentes *stakeholders* para gerar benefícios para todos (LI et al., 2015).

A ecoeficiência é parte principal do desenvolvimento de novos produtos e processos (YU; HAN; CUI, 2015), sendo necessário que as organizações sejam proativas em relação ao desempenho sustentável, de forma que possam usufruir do benefício de ser a “*first mover*”. Uma forma de atingir os objetivos rumo à sustentabilidade é por meio da coopetição, por meio deste conceito cada vez mais as organizações devem agir como competidoras mas também devem cooperar com seus *stakeholders*, desde clientes e fornecedores até os próprios concorrentes (ELKINGTON, 1998).

Uma forma de unir as parcerias de longo prazo com práticas ecoeficientes é por meio da construção de ecoparques industriais, do inglês *eco-industrial parks* (EIPs). A palavra chave que descreve a atuação em EIPs é sinergia (CHERTOW, 2000), pois ao buscar parcerias, em especial no âmbito empresarial, busca-se gerar ainda mais valor para a organização. O efeito da sinergia faz com que o resultado advindo da soma dos agentes envolvidos (*stakeholders*) seja superior ao resultado individual de cada uma das partes. De acordo com Alvord (2003) o sucesso do desenvolvimento de EIPs é alcançado pelo balanceamento da competição de interesses com um projeto que satisfaça diferentes *stakeholders*, permanecendo viável. Tendo como base o potencial que os EIPs apresentam para auxiliar no alcance do desenvolvimento sustentável, é formulada a seguinte questão de pesquisa: qual o panorama das pesquisas científicas internacionais que tratam de ecoparques industriais? Diante desse contexto esta pesquisa tem como objetivo analisar a produção científica internacional quanto aos estudos de caso em ecoparques industriais. E para alcançá-lo foi desenvolvida uma revisão sistemática da literatura tendo como base de consulta artigos publicados em periódicos indexados ao *Web of Science*.

2. Ecoparques industriais

O conceito de EIPs forma, juntamente com o conceito de simbiose industrial (SI), o corpo da ecologia industrial (EI) (LEHTORANTA et al., 2011; WANG et al., 2010). De acordo com Frosch e Gallopoulos (1989), por meio de uma imitação dos fluxos cíclicos da natureza, a SI é responsável por reduzir o consumo de recursos naturais, bem com a geração de resíduos. Segundo Aviso (2014), por meio dos EIPs, a EI desenvolve redes de trocas como forma de promover a conservação de recursos.

O conceito de ecoparques industrial utilizado neste estudo corrobora a visão de Starfelt e Yan (2008, p. 1128, tradução nossa), os quais os entendem como sendo

um parque de corporações industriais que colaboram com a reutilização de resíduos e o uso eficiente dos recursos com nenhum ou com pequeno impacto sobre o meio ambiente [...] as indústrias estão ligados em circuitos fechados por meio de reutilização e reciclagem de materiais e resíduos.

O desenvolvimento ecoindustrial é positivo para diferentes agentes do sistema produtivo, desde as empresas (onde esse desenvolvimento ofereceria novos caminhos para as empresas mais serem rentáveis) até as comunidades (onde ao se ter uma preocupação com o “eco” as

indústrias passam a ser mais enraizadas no local de sua instalação, gerando melhores empregos e ambiente mais limpo) (CÔTÉ; COHEN-ROSENTHAL, 1998). Já os ecoparques se mostram importantes pela possibilidade criar valor de três formas e níveis de abrangência: por meio do marketing para a localização, que mescla mercado e necessidade de materiais; através de construções verdes, que preservam a operação do capital e aumenta a produtividade e avaliação do imóvel e; através da criação de redes de negócios, que reduzem os custos de operação, diminuem estoques e a necessidade de espaço e ainda conduz a vantagens de mercado (COHEN-ROSENTHAL; SMITH, 2003).

Para Chertow (2003) e Chertow e Ehrenfeld (2012) o desenvolvimento ecoindustrial possui os seguintes objetivos: compartilhamento eficiente dos recursos (sinergia/trocas simbióticas); ganhos econômicos e em qualidade ambiental e; aprimoramento equitativo dos recursos humanos para a comunidade empresarial e local. Dessa forma, o desenvolvimento ecoindustrial vem como forma de resolver questões relativas a criação de empregos, redesenvolvimento urbano, criação de uma identidade com a comunidade, revitalização da terra agriculturável e fornecimento de energia adequada (CHERTOW, 2003).

Em uma visão micro analítica tem-se como principal *stakeholder* do desenvolvimento ecoindustrial a comunidade local. Há uma tendência para a ampliação da participação pública das comunidades locais no processo de tomada de decisão das empresas, onde essas comunidades são beneficiadas pela presença da ecoindústria (HENDRICKS; GIANNINI-SPOHN, 2003). Dentre os benefícios advindos da relação entre a comunidade e os EIPs, pode-se apontar: eficiência econômica e lucratividade, retenção de mão de obra e crescimento, desenvolvimento da comunidade, gerenciamento ambiental, construção de capacidades e orgulho na comunidade, construção de capital social, apoio a comunidade por meio da aquisição de seus recursos.

O primeiro exemplo de sucesso de um EIP é o de *Kalundborg* situado na Dinamarca, o qual aplica um modelo simbiótico desde 1962 (JACOBSEN, 2003). Tendo a lucratividade como principal incentivo para a simbiose industrial, o sucesso de *Kalundborg* se deve ao fato de os líderes terem feito o certo para o meio ambiente, mesmo que visando os interesses de negócio próprios (JACOBSEN, 2003). As principais conclusões retiradas do caso de *Kalundborg* é o de que todos os acordos entre os vários parceiros da simbiose são baseados em princípios financeiramente sólidos e que uma composição ótima de empresas que são diferentes e que são do tamanho certo, pode ter um efeito de redução do impacto ambiental total na área em que eles estão alocados.

Baseado no sucesso do desempenho do primeiro EIP sugere-se para o desenvolvimento de EIPs a necessidade da construção aberta, da cooperação fechada e da confiança mútua entre os parceiros. Os produtos desenvolvidos em um ecoparque industrial devem ser diferentes e para que a simbiose seja efetiva deve haver a partilha de produtos que por suas características devam estar geograficamente próximos.

3. Procedimentos metodológicos

A presente pesquisa é caracterizada como uma revisão sistemática da literatura e considera para sua formulação o delineamento de Waddington et al. (2012, p. 360, tradução nossa) onde “uma revisão sistemática tem um protocolo claro para procurar sistematicamente bases de dados definidas ao longo do período de tempo definido, com critérios transparentes para a inclusão ou exclusão de estudos, bem como a análise e relatórios dos resultados do estudo”. Para a seleção da amostra de artigos foi utilizada as ferramentas de busca da base de dados *Web of Science*. A construção dos termos de busca foi feita a partir da seleção de termos-chaves na literatura que correspondessem a base “*Eco + Industrial + Park*”. A partir deles foi construído o seguinte de termo de busca: (“*ecoindustrial*” OR “*eco industrial*” OR “*eco-*

industrial") (Tópico) AND *park** (Tópico). Optou-se por não restringir o período de busca, com o intuito de alcançar todos os possíveis trabalhos referentes ao tema, logo foi utilizado todo o alcance das bases de dados (1864-2015).

Com o intuito de refinar a busca, utilizou-se como filtros os seguintes critérios:

- a) bases de dados: a base escolhida foi a *Web of Science™ Core Collection* (AFFELDT; VANTI, 2009);
- b) domínios de pesquisa: optou-se por “*Science Technology*” e “*Social Science*”;
- c) áreas de pesquisa: “*Environmental Sciences Ecology*”, “*Engineering*”, “*Public Administration*”, “*Operations Research Management Science*,” “*Science Technology Other Topics*”, “*Business Economics*” and “*Biodiversity Conservation*”;
- d) tipos de documento: optou-se por *Article*, por serem trabalhos revisados por pares;
- e) idioma: apenas artigos em inglês;
- f) terminológico: optou-se por restringir a busca à apenas os trabalhos de estudos de caso. Assim, o resultado foi refinado pela presença do conjunto de termos (“*case study*” OR “*case studies*”).

3.1. Critérios de exclusão

Inicialmente o refinamento da amostra foi executado através da leitura dos *abstracts*, sendo considerados como critérios de exclusão: (a) exclusão dos trabalhos que tratavam de *industrial parks*, *Eco-Industrial Networks*, *Low-carbon industrial parks* ou *Resource Conservation Networks*, por não se configurarem o objeto de estudo; (b) exclusão dos trabalhos que não desenvolviam um estudo de caso com o objeto estudado e; (c) exclusão dos estudos de caso que não tenham o EIP como objeto de estudo, mas sim que reportavam a aplicação de modelos, sistema ou análises tendo como objeto o ecoparque.

Essa segunda amostra encontrada foi submetida à leitura dos textos completos para se executar as etapas da análise dos dados, no entanto, os estudos que o *full paper* não estava disponível foram excluídos. A partir da leitura do *full paper*, caso o estudo não apresentou aderência ao tema de pesquisa, bem como a ausência dos elementos necessários para sua classificação, ele também foi excluído.

3.2. Análise dos dados

A análise dos dados foi feita em duas etapas. Na primeira etapa, denominada de análise descritiva, os dados foram analisados utilizando-se uma das técnicas de análise de conteúdo, a análise categorial (BARDIN, 1977). Foram utilizadas para a classificação dos estudos as categorias: nacionalidade dos autores, *journals* e ano de publicação. A segunda etapa da análise, denominada exploratória, consiste na identificação das principais temáticas abordadas nos artigos analisados, bem como as abordagens teóricas utilizadas para tratar do tema.

4. Análise dos resultados

As consultas foram realizadas em dezembro de 2015 e a busca inicial, antes dos filtros, encontrou 388 *papers*. Após a aplicação de 5, dos 6 filtros alcançou-se 182 *papers*. Após a aplicação do último filtro, o qual se prestou a buscar por estudos que tratavam sobre estudos de casos, chegou-se à 69 estudos de caso. Em seguida, com a leitura dos *abstracts* foram executadas as etapas de exclusão, conforme sumarizado na Tabela 1.

Tabela 1 - Etapas de exclusão e amostra final de artigos

ETAPAS DE EXCLUSÃO	QUANTIDADE DE ARTIGOS ENCONTRADOS
(=) Total de artigos encontrados	69
(-) Artigos eliminados pela leitura dos <i>abstracts</i>	30
(-) Artigos eliminados pela indisponibilidade do full paper	3
(-) Artigos eliminados pela leitura do full paper	1
(=) Amostra final	35

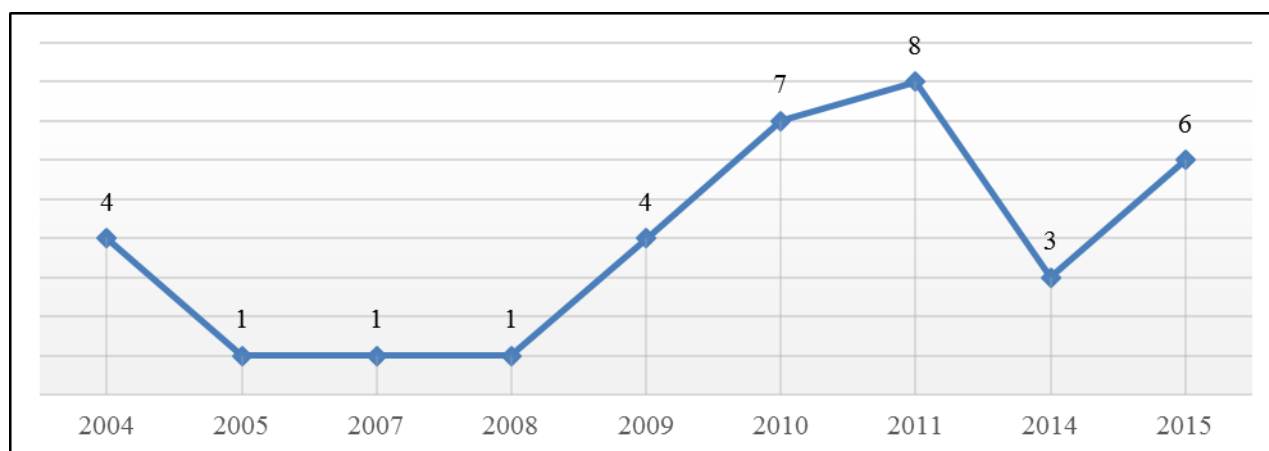
A etapa inicial de exclusão focou na leitura dos abstracts, sendo, esta amostra refinada, submetida a leitura dos textos completos, a fim de se realizar as etapas da análise dos dados. Aqueles estudos que não apresentavam aderência ao tema de pesquisa, bem como não possibilitavam a identificação dos elementos requeridos para consecução das etapas de análise, também foram descartados. Nesta fase foi excluído mais 1 trabalho, resultando em uma amostra final de 35 artigos para a análise.

4.1. Análise descritiva dos artigos

A primeira etapa consiste no conhecimento categorial dos artigos analisados. Dentre as categorias analisadas estão: ano de publicação, nacionalidade dos autores, principais pesquisadores do tema e *journals* que publicam sobre o tema.

Mesmo não tendo sido colocada nenhuma restrição quanto ao período de busca, o primeiro artigo da amostra foi publicado no ano de 2004 (Figura 1). O auge quantitativo dos estudos ocorreu no ano de 2011, com 8 artigos publicados. No entanto, observa-se que 80% dos estudos de caso foram publicados nos últimos 5 anos. Essa informação é um indicativo da atualidade do tema.

Figura 1 – Ano dos artigos analisados



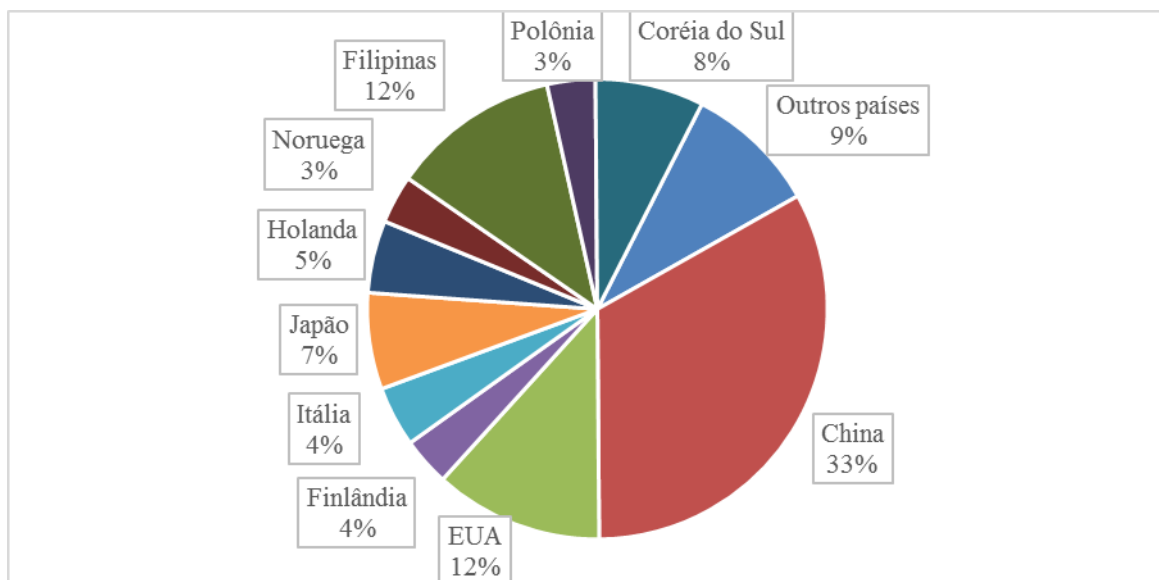
Quanto aos principais pesquisadores do tema, pode-se perceber que alguns autores se destacam na amostra analisada ao apresentar uma produção quantitativa superior aos demais. A Tabela 2 apresenta os nomes e as quantidades absolutas de artigos de cada autor.

Tabela 2 - Principais pesquisadores da amostra

Autores	Número de trabalhos
Y. Geng	4
R. R. Tan	4
R. P. Cote	3
K. B. Aviso	3

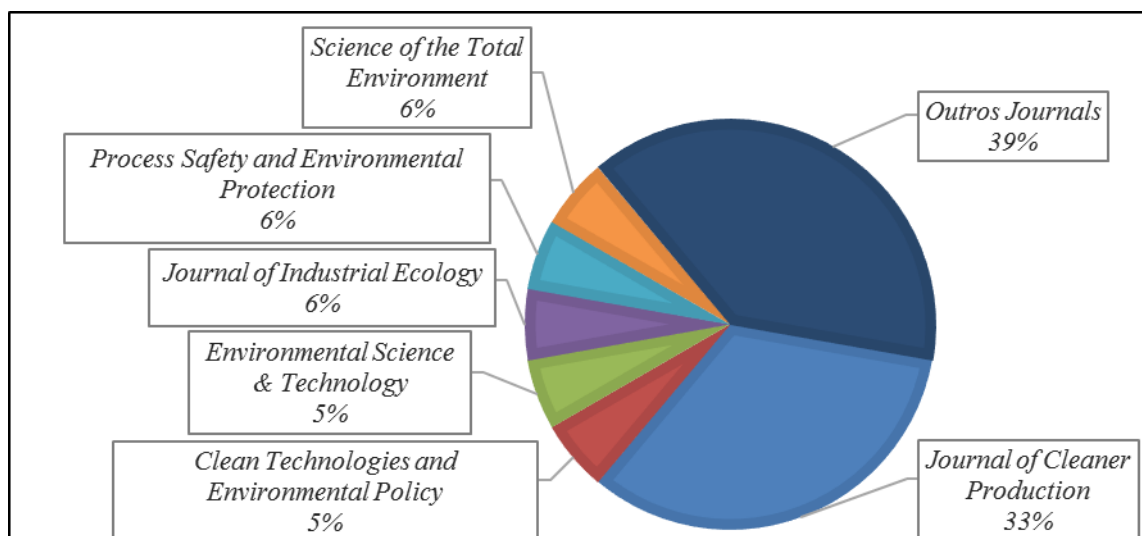
A categoria nacionalidade dos autores foi considerada com o intuito de verificar quais os países que se destaca no desenvolvimento de estudos de caso sobre os EIPs. A análise, tal como apresentado na Figura 2, mostrou que a grande maioria dos autores (33%) são da China.

Figura 2 - Nacionalidade dos autores da amostra



Quanto aos principais *Journals* presentes na amostra, observou-se uma concentração de aproximadamente 61% (Figura 3) das publicações referentes à estudos de caso em EIP em seis *Journals*, como segue em ordem decrescente de representatividade, com os respectivos valores absolutos de artigos: *Journal of Cleaner Production* (12), *Clean Technologies and Environmental Policy* (2), *Environmental Science & Technology* (2), *Journal of Industrial Ecology* (2) e *Process Safety and Environmental Protection* (2).

Figura 3 - *Journals* contidos na amostra analisada



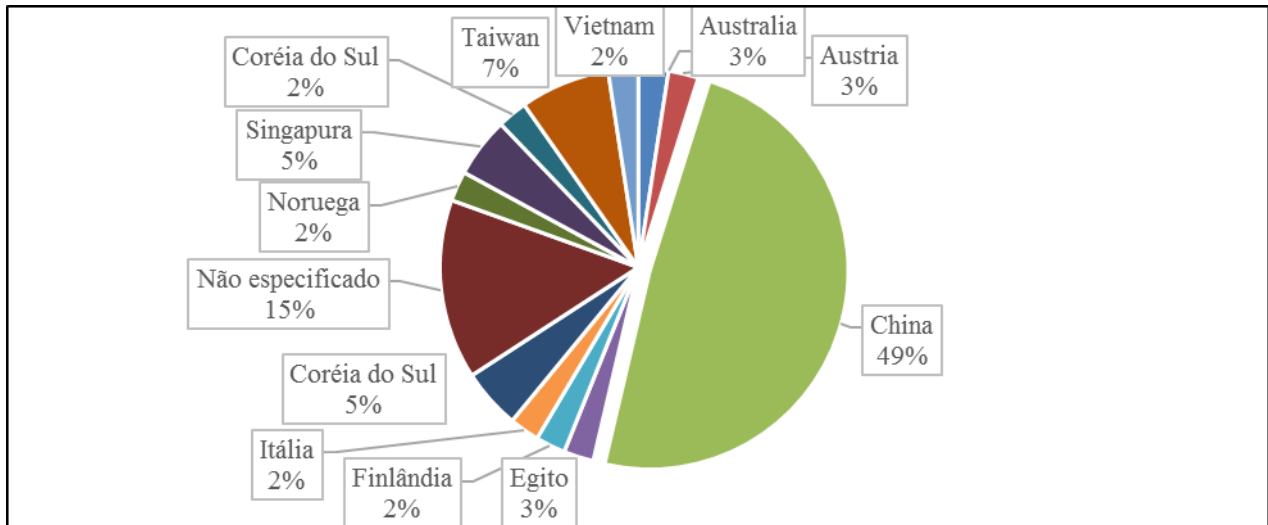
A última análise feita foi a identificação dos EIPs objetos dos estudos, os quais estão discriminados no Quadro 1.

Quadro 1 - Identificação das EIP estudado e país

NOME DO EIP	PAÍS DO EIP
Lin-Hai	Taiwan
Beijing Economic Technological Development Area	China
BNEIDP	China
Daedok Technovalley	Coréia
Dafeng	China
Dalian Economic Development Zone (DEDZ)	China
Da-Yuan	Taiwan
Ecopark Hartberg	Áustria
Guitang Group	China
Jurong Island	Singapura
Kymi	Finlândia
Lin-Yuan	Taiwan
Macheon Industrial Park	Coréia
Nanghai	China
Oil Refinery	Noruega
Porto Marghera	Itália
Rizhao Economic and Technology Development Area (REDA)	China
SCIP	China
Shandong Lubei	China
Shenyang Economic and Technological Development Zone (SETDZ)	China
SIP	China
Suzhou Industrial Park	China
Synergy Park	Austrália
Tianjin Economic-Technological Development Area	China
Yantai Economy Technology Development Zone	China
Yeosu National Industrial Complex.	Coréia do Sul
Yixing Economic Development Zone	China

No Quadro 1, juntamente com os EIPs são identificados os países em que estão localizados. A Figura 4 que deixa claro o protagonismo da China nesses estudos de caso, pois quase 50% dos EIPs estudados estão localizados neste país, 20 em números absolutos.

Figura 4. País dos Ecoparques Industriais



4.2. Análise exploratória dos artigos

De forma geral os estudos analisados trabalham sob a abordagem teórica da ecologia industrial no sentido de buscar ganhos em eficiência, assim como prega o trabalho seminal de Frosch e Gallopoulos (1989). Contudo, a simbiose industrial aparece nos artigos de Aviso (2014), Geng et al. (2014), Lehtoranta et al. (2011), Yu, Han e Cui (2015) e Zhang, Zheng e Fath (2015) como o cerne teórico da análise desenvolvida. Ainda puderam ser identificadas algumas teorias e abordagens secundárias em alguns estudos, como *Supply Chain Management* (CAO; FENG; WAN, 2009) e a Teoria dos Jogos (AVISO; TAN; CULABA, 2010).

Dentre a amostra selecionada se destacam os artigos que tratam sobre o planejamento, *design* e desenvolvimento dos EIPs (ANH et al., 2011; CAO; FENG; WAN, 2009; GENG et al., 2014; KIM, 2007; LIWARSKA-BIZUKOJC et al., 2009; MANNINO et al., 2015; OH; KIM; JEONG, 2005; ROBERTS, 2004; SAKR et al., 2011; ZHANG et al., 2008; ZHU; COTE, 2004). Fatores internos e externos influenciam a criação de um EIP, sendo seu desenvolvimento e evolução dependente de estratégias de planejamento e concepção feitas, bem como do conhecimento de fatores limitante e de sucesso (MANNINO et al., 2015; OH; KIM; JEONG, 2005; SAKR et al., 2011).

Como mostrado na análise descritiva, os autores chineses se destacam quantitativamente na produção de estudos de caso sobre EIP. Consequentemente, a maior parte dos estudos foram desenvolvidos sobre EIPs localizados na China. Esse protagonismo da China é destacado em alguns estudos que analisam as práticas de desenvolvimento ecoindustrial (GENG; COTE, 2004) ou ainda as experiências da China com os EIPs (MATTHEWS; TAN, 2011; WANG et al., 2010). Iniciativas, como os EIPs, vieram da necessidade de uma eficaz proteção ao meio ambiente para um desenvolvimento de longo prazo das indústrias (CAO; FENG; WAN, 2009; WANG et al., 2010). De acordo com Cao, Feng e Wan (2009), a urgência nas ações de proteção ambiental são reflexos do acelerado crescimento econômico, o qual causou graves problemas de poluição e de esgotamento dos recursos naturais.

Segundo Liang, Shi e Zhang (2011) a gestão dos recursos hídricos é um elemento crítico para os EIPs, neste sentido se destacam alguns artigos identificados na amostra, pois eles analisam metodologias, sistemas, modelos e designs ótimos para a gestão e compartilhamento desses recursos nos EIPs (AVISO; TAN; CULABA, 2010; AVISO, 2014; LIANG; SHI; ZHANG, 2011; LOVELADY; EL-HALWAGI, 2009; TAN; TASKHIRI; CHIU, 2011; TAN et al., 2011; TASKHIRI; TAN; CHIU, 2011; YUAN et al., 2010).

5. Considerações finais

O objetivo deste artigo foi analisar a produção científica internacional quanto aos estudos de caso em ecoparques industriais. Para tanto foi realizada uma revisão sistemática da literatura tendo como base de consulta artigos publicados em periódicos indexados ao *Web of Science*. Diante dos resultados encontrados observou-se que se trata de um tema recente, pois todos os estudos de caso identificados foram feitos a partir de 2004, sendo o *Journal of Cleaner Production* o principal *journal* que tem publicado trabalhos referentes ao tema deste estudo. Os países que se destacaram como pesquisadores do tema foram, em primeiro lugar a China e, em segundo lugar, os EUA. O protagonismo dos pesquisadores chineses refletiu nos EIPs pesquisados, sendo que a grande maioria dos objetos dos estudos de caso estão localizados na China e mais amplamente na Ásia.

Seguindo o protagonismo da China neste campo de pesquisa, a análise exploratória mostrou que estão presentes na amostra trabalhos que se propõem a estudar especificamente as políticas chinesas de desenvolvimento ecoindustrial. Ainda no que se refere à análise exploratória, verificou-se que, por se tratar de um tema recente os estudos de caso estão focados em analisar a criação dos EIPs e ainda como estes evoluem e se desenvolvem. Dentre esses trabalhos, ainda se destacam os estudos que, sob eficiência pregada pela abordagem da ecologia industrial, se propuseram à desenvolver estudos que buscar aproveitar ao máximo os recursos hídricos, considerados críticos para os EIPs.

Como limitação desta pesquisa tem-se a restrição das buscas a uma base de dados (*Web of Science*), o que pode ter reduzido a amostra e com isso as possíveis conclusões. Contudo ressalta-se que a amostra compreendeu publicações dos principais *journals* da área, se mostrando assim, mesmo que restrita, com alto potencial qualitativo para tal estudo.

Referências

- AFFELDT, F. S.; VANTI, A. Alinhamento estratégico de tecnologia da informação: análise de modelos e propostas para pesquisas futuras. **JISTM**, v. 6, n. 2, p. 203–226, 2009.
- ALVORD, D. Making it happen: financing eco-industrial development. In: **Eco-Industrial Strategies: Unleashing Synergy Between Economic Development and the Environment**. Cornell: Greenleaf, 2003. p. 200–242.
- ANH, P. T. et al. Towards eco-agro industrial clusters in aquatic production: the case of shrimp processing industry in Vietnam. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 17-18, p. 2107–2118, 2011.
- AVISO, K. B. Design of robust water exchange networks for eco-industrial symbiosis. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 92, n. 2, p. 160–170, 2014.
- AVISO, K. B.; TAN, R. R.; CULABA, A. B. Designing eco-industrial water exchange networks using fuzzy mathematical programming. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 12, n. 4, p. 353–363, 2010.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- CAO, K.; FENG, X.; WAN, H. Applying agent-based modeling to the evolution of eco-industrial systems. **Ecological Economics**, v. 68, n. 11, p. 2868–2876, 2009.
- CHERTOW, M. Evaluating the success of eco-industrial development. In: **Eco-industrial Strategies: Unleashing Synergy between Economic Development and the Environment**. Cornell: Greenleaf Publishing, 2003. p. 258–268.
- CHERTOW, M.; EHRENFELD, J. Organizing Self-Organizing Systems. **Journal of Industrial Ecology**, v. 16, n. 1, p. 13–27, 2012.
- CHERTOW, M. R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. **Annual review of energy and the environment**, v. 25, n. 1, p. 313–337, 2000.
- COHEN-ROSENTHAL, E.; SMITH, M. Real estate and eco-industrial development: The creation of value. In: **Eco-industrial Strategies: Unleashing Synergy between Economic Development and the Environment**. Cornell: Greenleaf Publishing in association with GSE Research, 2003. p. 243–257.
- CÔTÉ, R. P.; COHEN-ROSENTHAL, E. Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. **Journal of Cleaner Production**, v. 6, n. 3-4, p. 181–188, 1998.
- ELKINGTON, J. Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. **Environmental Quality Management**, v. 8, n. 1, p. 37–51, 1998.
- FROSCHE, R. A.; GALLOPOULOS, N. E. Strategies for manufacturing. **Scientific American**, v. 261, n. 3, p. 144–152, 1989.

- GENG, Y. et al. Emergy-based assessment on industrial symbiosis: a case of Shenyang Economic and Technological Development Zone. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 21, p. 13572–13587, 2014.
- GENG, Y.; COTE, R. Applying industrial ecology in rapidly industrializing Asian countries. **The International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 11, n. 1, p. 69–85, 2004.
- HENDRICKS, B.; GIANNINI-SPOHN, S. The role of government in eco-industrial development. In: **Eco-industrial Strategies: Unleashing Synergy between Economic Development and the Environment**. Cornell: Greenleaf Publishing in association with GSE Research, 2003. p. 67–88.
- JACOBSEN, N. B. The industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: an approach to cleaner industrial production. In: **Eco-industrial Strategies: Unleashing Synergy between Economic Development and the Environment**. Cornell: Greenleaf, 2003. p. 269–275.
- KIM, H. Building an eco-industrial park as a public project in South Korea. The stakeholders' understanding of and involvement in the project. **Sustainable Development**, v. 15, n. 6, p. 357–369, 2007.
- LEHTORANTA, S. et al. Industrial symbiosis and the policy instruments of sustainable consumption and production. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 16, p. 1865–1875, 2011.
- LI, J. et al. Building green supply chains in eco-industrial parks towards a green economy: Barriers and strategies. **Journal of Environmental Management**, v. 162, p. 158–170, 2015.
- LIANG, S.; SHI, L.; ZHANG, T. Z. Achieving Dewaterization in Industrial Parks A Case Study of the Yixing Economic Development Zone. **Journal of Industrial Ecology**, v. 15, n. 4, p. 597–613, 2011.
- LIWARSKA-BIZUKOJC, E. et al. The conceptual model of an eco-industrial park based upon ecological relationships. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 8, p. 732–741, 2009.
- LOVELADY, E. M.; EL-HALWAGI, M. M. Design and Integration of Eco-Industrial Parks for Managing Water Resources. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, v. 28, n. 2, p. 265–272, 2009.
- MANNINO, I. et al. The decline of eco-industrial development in Porto Marghera, Italy. **Journal of Cleaner Production**, v. 100, p. 286–296, 2015.
- MATTHEWS, J. A.; TAN, H. Progress Toward a Circular Economy in China. **Journal of Industrial Ecology**, v. 15, n. 3, p. 435–457, 2011.
- OH, D. S.; KIM, K. B.; JEONG, S. Y. Eco-Industrial Park Design: A Daedeok Technovalley case study. **Habitat International**, v. 29, p. 269–284, 2005.
- ROBERTS, B. H. The application of industrial ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: an Australian case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n. 8-10, p. 997–1010, 2004.
- SAKR, D. et al. Critical success and limiting factors for eco-industrial parks: Global trends and Egyptian context. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 11, p. 1158–1169, 2011.
- STARFELT, F.; YAN, J. Case study of energy systems with gas turbine cogeneration technology for an eco-industrial park Fredrik. **International journal of energy research**, v. 32, p. 1128–1135, 2008.
- TAN, R. R. et al. A note on an extended fuzzy bi-level optimization approach for water exchange in eco-industrial parks with hub topology. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 89, n. 2, p. 106–111, 2011.
- TAN, R. R.; TASKHIRI, M. S.; CHIU, A. S. F. MILP model for emergy optimization in EIP water networks. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 13, p. 703–712, 2011.
- TASKHIRI, M. S.; TAN, R. R.; CHIU, A. S. F. Emergy-based fuzzy optimization approach for water reuse in an eco-industrial park. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 7, p. 730–737, 2011.
- WADDINGTON, H. et al. How to do a good systematic review of effects in international development: a tool kit. **Journal of development effectiveness**, v. 4, n. 3, p. 359–387, 2012.
- WANG, Z. et al. Pursuing sustainable industrial development through the ecoindustrial parks: Three case studies of China. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1195, n. SUPPL. 1, p. 145–153, 2010.
- YU, F.; HAN, F.; CUI, Z. Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, p. 339–347, 2015.
- YUAN, Z. et al. Improving Competitive Advantage with Environmental Infrastructure Sharing: A Case Study of China-Singapore Suzhou Industrial Park. **International Journal of Environmental Research**, v. 4, n. 4, p. 751–758, 2010.
- ZHANG, X. P. et al. Model-centered approach to early planning and design of an eco-industrial park around an oil refinery. **Environmental Science & Technology**, v. 42, n. 13, p. 4958–4963, 2008.
- ZHANG, Y.; ZHENG, H.; FATH, B. D. Ecological network analysis of an industrial symbiosis system: A case study of the Shandong Lubei eco-industrial park. **Ecological Modelling**, v. 306, p. 174–184, 2015.
- ZHU, Q.; COTE, R. P. Integrating green supply chain management into an embryonic eco-industrial development: a case study of the Guitang Group. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n. 8-10, p. 1025–1035,



2004.