

# ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES DE SIMBIOSE INDUSTRIAL NOS ÚLTIMOS CINCO ANOS

## ANALYSIS OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS PUBLICATIONS IN THE LAST FIVE YEARS

<sup>1</sup>Ana Clara Batista Eljaji; <sup>1</sup>anaeljaji@gmail.com; <sup>1</sup>Universidade Federal da Grande Dourados  
<sup>2</sup>Carlos Eduardo Soares Camparotti; <sup>2</sup>carloscamparotti@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal da Grande Dourados  
<sup>3</sup>Geovana Ferreira Moraes; <sup>3</sup>geovanamoraes12@hotmail.com; <sup>3</sup>Universidade Federal da Grande Dourados  
<sup>4</sup>Thalita Rezende Ferreira; <sup>4</sup>thalitarezende\_f@hotmail.com; <sup>4</sup>Universidade Federal da Grande Dourados  
<sup>5</sup>João Vitor Correr Geraldini; <sup>5</sup>joaovitor\_jvcg@hotmail.com; <sup>5</sup>Universidade Federal da Grande Dourados

**RESUMO:** A eficiência ambiental é um diferencial competitivo atualmente, e trazer ganhos neste aspecto é imprescindível para o mercado mundial. Diversos sistemas de produção vêm sendo implantados e vivenciados pelas empresas, como é caso: da ecologia industrial, simbiose industrial e economia circular. A simbiose industrial apresenta-se como uma alternativa ecológica e sustentável que reduz resíduos descartados ao meio ambiente. Este artigo buscou contribuir com a temática de simbiose industrial através da análise das publicações de 2013 a 2018, colaborando com o trabalho de Yu, Davis e Dijkema (2014), para direcionar os estudos de pesquisadores nesta área. Para atingir este objetivo realizou-se um levantamento teórico conceituando a evolução de simbiose industrial, suas publicações anuais, por journals, por indústria que mais a utiliza, por países de estudo e seus autores que mais publicaram ao longo dos anos. A análise dos artigos foi realizada utilizando o software Excel®. Foram encontrados 480 artigos relevantes na plataforma scopus com a busca pelo termo: "industrial symbiosis". Os resultados foram satisfatórios ao mostrar a evolução dos números de publicações por ano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Simbiose Industrial; Análise Conceitual; Publicações; China.

**ABSTRACT:** Environmental efficiency is a competitive differential currently, and making gains in this aspect is imperative for the global market. Various production systems have been implanted and experienced by companies, as is case: of industrial ecology, simbiose industrial and circular economy. Simbiose industrial presents as an ecological and sustainable alternative that reduces waste disposed to the environment. This article was to contribute to the theme of industrial symbiosis through analysis of the publications of 2013 to 2018, collaborating with the work of Yu, Davis and Dijkema (2014), to address the researcher studies in this area. To achieve this objective a theoretical survey was conducted concepting the evolution of industrial symbiosis, its annual publications, by journals, by the industry that more uses it, by countries of study and its authors who have more published throughout the years. Analysis of the items was performed using the Excel® software. 480 relevant articles were found on the scopus platform with the search by term: "industrial symbiosis". The results were satisfactory by showing the evolution of the numbers of publications per year.

**KEYWORDS:** Industrial Symbiosis; Conceptual Analysis; Publications; China.

### 1. Introdução

O movimento ambiental teve como início no século XX em resposta à crescente industrialização que culminava por todo o mundo, a responsabilidade de “defender e melhorar o meio ambiente para as atuais e futuras gerações tornou uma meta fundamental para a humanidade”, trecho da Declaração da Conferencia da ONU sobre o Meio Ambiente

realizado em Estocolmo, 1972, em prol do esforço dos países em desenvolvimento em implantar práticas de desenvolvimento sustentável e proteção do meio ambiente.

Mais tarde em 1987 foi publicado o “Nosso Futuro Comum” – Relatório de Brundland, nele foi definido que o “desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas”.

Numa primeira visão, o desenvolvimento sustentável é o caminho para se alcançar a sustentabilidade, isso é, o objetivo final de longo prazo (SARTORI, LATRÔNICO e CAMPOS, 2014), podendo ser definido como desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, ou seja, visa o não esgotamento de recursos para o futuro (BUSSO, 2016).

Fazendo parte disto, a economia circular é um conceito baseado em um processo circular, que se contrapõe com o processo linear vigente, onde ao invés de excedente econômico utilizado em consumo de luxo, o que está em questão é a utilização do excedente físico do processo produtivo e consumo de subprodutos gerados, assim os resíduos de um processo passam a ser insumos para a produção de novos produtos (LEITÃO, 2015).

Devido a esta iniciativa, a Simbiose Industrial (SI) foi criada, e tem como ponto principal a relação mútua entre empresas integrantes de um ecossistema industrial, onde há a troca de resíduos, desta forma o resíduo de um agente é utilizado como input para outro e vice-versa (CHERTOW, 2000).

Ecossistemas industriais existem em seis continentes e incorporados em todos os níveis de política como uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento econômico, crescimento verde, inovação e eficiência no uso de recursos.

Neste artigo será apresentada uma revisão teórica de cerca de 480 artigos publicados na base de dados SCOPUS que abordam o tema Simbiose Industrial, analisando os países, *journals* e autores que exploram mais sobre este assunto e também a respeito de quais áreas e resíduos o conceito de SI é mais aplicado.

O objetivo deste artigo é analisar a produção sobre SI após 2013, período não abordado por Yu, Davis e Djikema (2014) em seu artigo de análise das pesquisas de SI publicado na SCOPUS. Esta análise busca compreender como estão distribuídas as publicações por ano e por jornal, além de identificar os autores que mais publicaram neste período. Outro ponto a

ser identificado são os países mais considerados nos artigos, bem como as indústrias mais influenciadas pelos estudos de SI, além de evidenciar as palavras que mais apareceram nos títulos e palavras-chaves para se entender os rumos da pesquisa deste tema.

## **2. Referencial bibliográfico**

### **2.1. Simbiose industrial**

O termo simbiose vem do relacionamento biológico simbiótico existente na natureza onde dois ou mais seres vivos de espécies diferentes e não-relacionadas possuem uma associação benéfica na forma de troca de materiais, energia ou informações, onde a soma dos esforços coletivos supera a soma dos esforços individuais (CHERTOW, 2000; TAMIOTO, 2004). Um exemplo encontrado na natureza ocorre entre algas e fungos, onde os fungos mantinham e protegiam as células das algas produziam nutrientes para os fungos por meio da fotossíntese, formando-se assim um ciclo fechado. Mostra-se nesta definição a força estratégica da SI para integração e busca por benefícios mútuos ao sistema como um todo.

Chertow (2000, p. 313) a define como “uma abordagem coletiva de indústrias separadas para obter vantagem competitiva envolvendo trocas físicas de materiais, energia, água, onde a colaboração e possibilidades sinérgicas obtidas pela proximidade geográfica são a chave para a simbiose industrial”. Chertow (2004) complementa que a soma dos benefícios conseguidos coletivamente é maior do que os conquistados individualmente, com isso criando valores sociais que podem atingir toda a vizinhança. E Chertow (2007) coloca ainda que para distinguir a SI de outras trocas define um critério mínimo chamado de “Heurística 3-2” onde no mínimo três empresas diferentes devem estar envolvidas em no mínimo duas trocas de recursos.

Os principais objetivos da SI conforme Branson (2016) incluem a conquista de benefícios ambientais usando resíduos ou compartilhando recursos em termos financeiros aceitáveis. Pode ser encarado como produção mais limpa quando ocorre o uso de resíduos pela própria empresa.

Classifica-se a SI em simbiose física e social, física envolve transferência de materiais, social é uma rede de relacionamentos cooperativos entre pessoas agindo essencialmente como pessoas naturais com troca de ideias, conselhos e conhecimentos. A SI pode ainda ser bilateral ocorre quando as trocas são constituídas por duas empresas sem relação com outros membros, sendo esta básica e aplicável com facilidade (BRANSON, 2016).

Dentro de um limite geográfico, seja local ou regional, Ren et al (2016) relatam a existência de três sistemas, o econômico, ambiental e o industrial, os quais trocam energia entre eles e devem ser quantificados para suportar a tomada de decisão no projeto para sustentabilidade na implementação da SI. O sistema industrial gera os produtos, recebe “compras” do sistema econômico (mercado), e o fluxo ambiental de recursos renováveis e não renováveis do sistema ambiental.

### **3. Metodologia**

Este artigo caracteriza-se como de natureza teórica, quanto aos seus procedimentos técnicos, enquadra-se como um estudo bibliográfico segundo Fleury (2010), pois tem como prerrogativa tratar dados provindos de trabalhos já publicados sobre o tema SI.

O procedimento de pesquisa foi realizado desta forma: pesquisa na base de dados da SCOPUS sobre o tema Simbiose Industrial de 2013 até junho/2018; leitura dos títulos e resumos para confirmar se o assunto abordado diz respeito à SI; utilização do *software Excel®* para gerar os gráficos de análise das publicações; e interpretação dos gráficos.

### **4. Resultados e discussões**

A realização da pesquisa se deu na base SCOPUS onde foi digitado o termo “*Industrial Symbiosis*” na busca, com limitação de artigos de 2013 até 2018. A busca retornou 602 artigos, os quais foram analisados o título e o resumo.

Após esta análise, foram eliminados os artigos que apenas citaram o termo buscado e permaneceram neste estudo, aqueles que de fato tratavam da SI como objeto de pesquisa. Com isso, obteve-se 480 artigos para posterior leitura e elaboração dos gráficos.

Conforme o artigo desenvolvido por Yu, Davis e Djikema (2014), esta pesquisa buscou identificar alguns pontos similares:

#### **4.1. Nuvens de palavras para título e palavras-chave**

A figura 1-A representa a análise das palavras contidas nos títulos dos artigos. Para essa análise utilizou-se a nuvem de palavras criada a partir do site *WORD ART*, onde os tamanhos das palavras são proporcionais com a frequência na qual aparecem nas pesquisas.

De acordo com a figura 1-A, observa-se que a palavra *Symbiosis* aparece com maior predominância, como já esperado por ser o tema de estudo. Subsequentemente percebe-se as palavras *Eco* e *system*, mostrando a relação de sistema ecológico presente na SI. Tem-se a



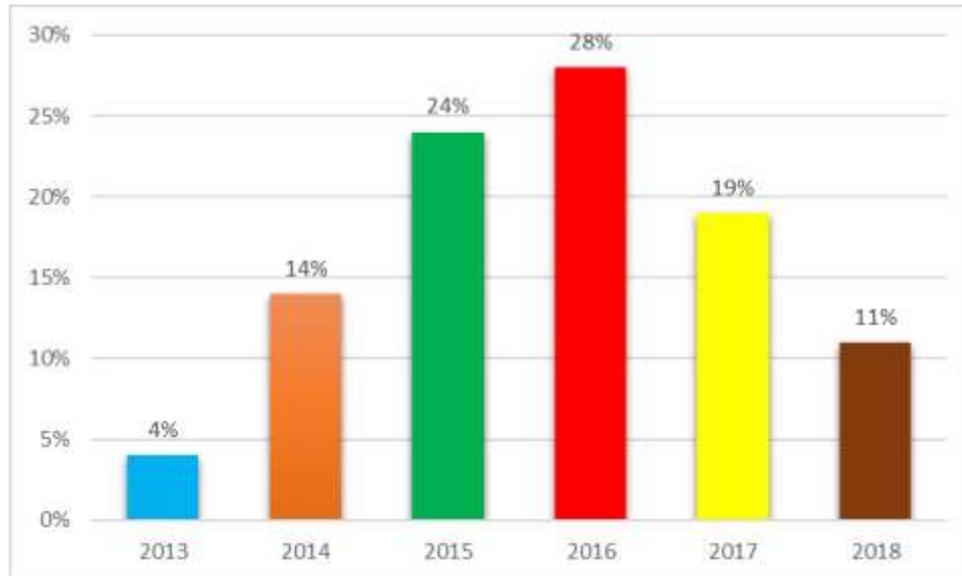


GRÁFICO 1 - Porcentagens de publicações por ano. Fonte: dos autores (2018).

Um ponto a ser ressaltado é a importância que o assunto Simbiose Industrial vem ganhando, pois, a partir do ano de 2014, as porcentagens de publicações só tendem a crescer ano após ano. Yu (2013) constatou uma evolução acentuada nas publicações de SI ao longo do período de 1997 a 2012, com o aumento de aproximadamente 1100%, e no período estudado (2013-2018) esta taxa de publicação foi mantida sem muitas alterações em um patamar elevado nas quantidades observadas.

### 4.3. Journals.

Nesta fase os artigos analisados da amostra selecionada foram subdivididos pelos *Journals* em que foram publicados. Foram tabelados noventa e seis *Journals*, estes avaliados pela quantidade de publicações e decompostos da seguinte forma:

- Os principais *Journals* que publicaram acerca do tema “Simbiose Industrial”, delimitados por número igual ou superior a seis publicações;
- Os *Journals* restantes que realizaram número publicações inferior a seis sobre o tema “Simbiose Industrial”.

É possível constatar através dos dados coletados que 56% dos *Journals* publicaram um único artigo sobre o tema, e enquanto que 15% publicaram mais do que cinco artigos, mostrando o interesse elevado destas revistas no assunto.

Dentre os 15% de *Journals* que publicaram seis ou mais artigos acerca do tema SI estão: *Journal Of Cleaner Production*; *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; *Applied*

*Energy; Resources, Conservation and Recycling; Journal of Industrial Ecology; Sustainability; Computers and Chemical Engineering; Int. J. Production Economics; Clean Techn. Environ. Policy; Environ. Sci. Pollut. Res e Ecological Indicators.*

No gráfico a seguir, são apresentados os principais *Journals* citados acima e o percentual de publicações de artigo com base na amostra selecionada.

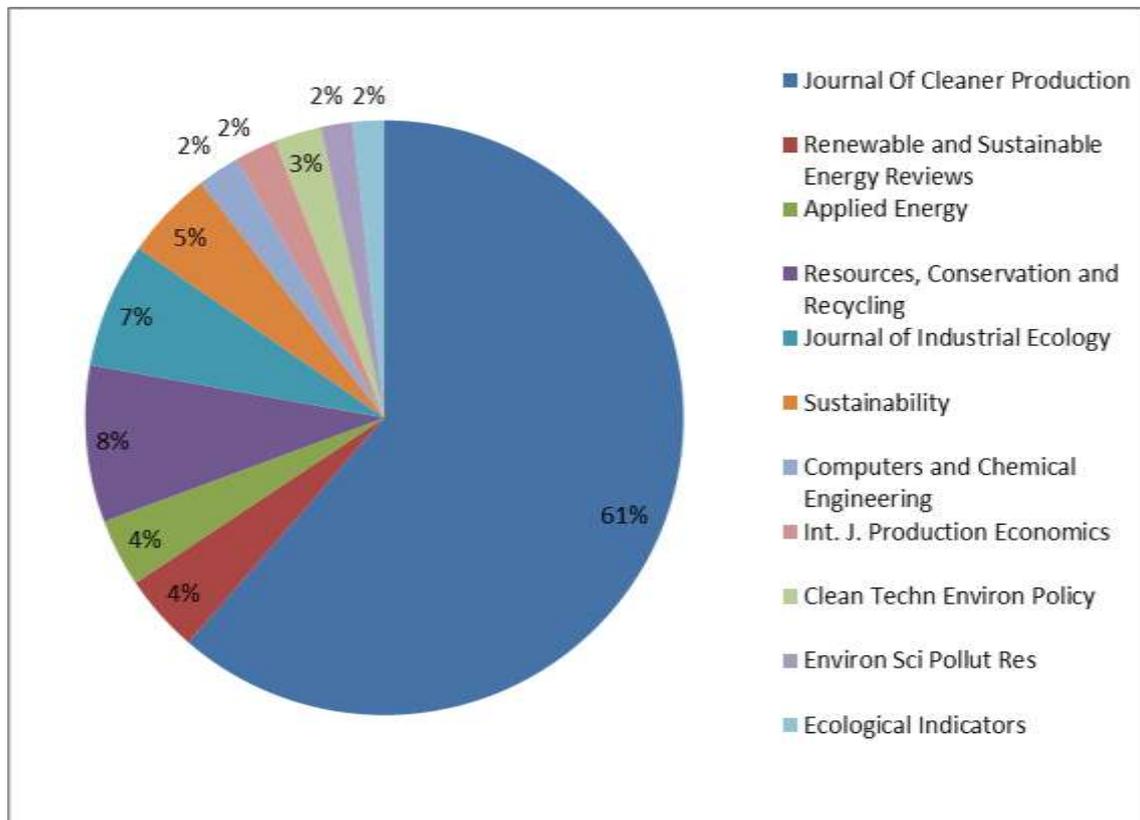


GRÁFICO 2 - *Journals* que mais publicaram. Fonte: dos autores (2018).

Por ser um dos periódicos mais visados neste período, na área de produção mais limpa, o *Journal of Cleaner Production* se destaca nas publicações sobre o tema simbiose industrial, pois o mesmo coloca que a 'Produção Mais Limpa' é um conceito que previne a produção de resíduos, aumentando a eficiência nos usos de energia, água, recursos e capital humano.

#### 4.4. Autores

A amostra de artigos selecionada foi subdividida entre autores nesta etapa, desta forma foram encontrados cerca de 1159 autores e a partir disto, foram alocados cada artigo ao determinado autor e assim obtida a quantidade de artigos publicados pelo autor sobre o tema Simbiose Industrial.

No gráfico a seguir foram apresentados os autores que mais publicaram a respeito do tema e suas respectivas quantidades de artigos publicados, com base na amostra selecionada. É possível destacar que esta quantidade de artigos autorais varia de cinco a vinte quatro.

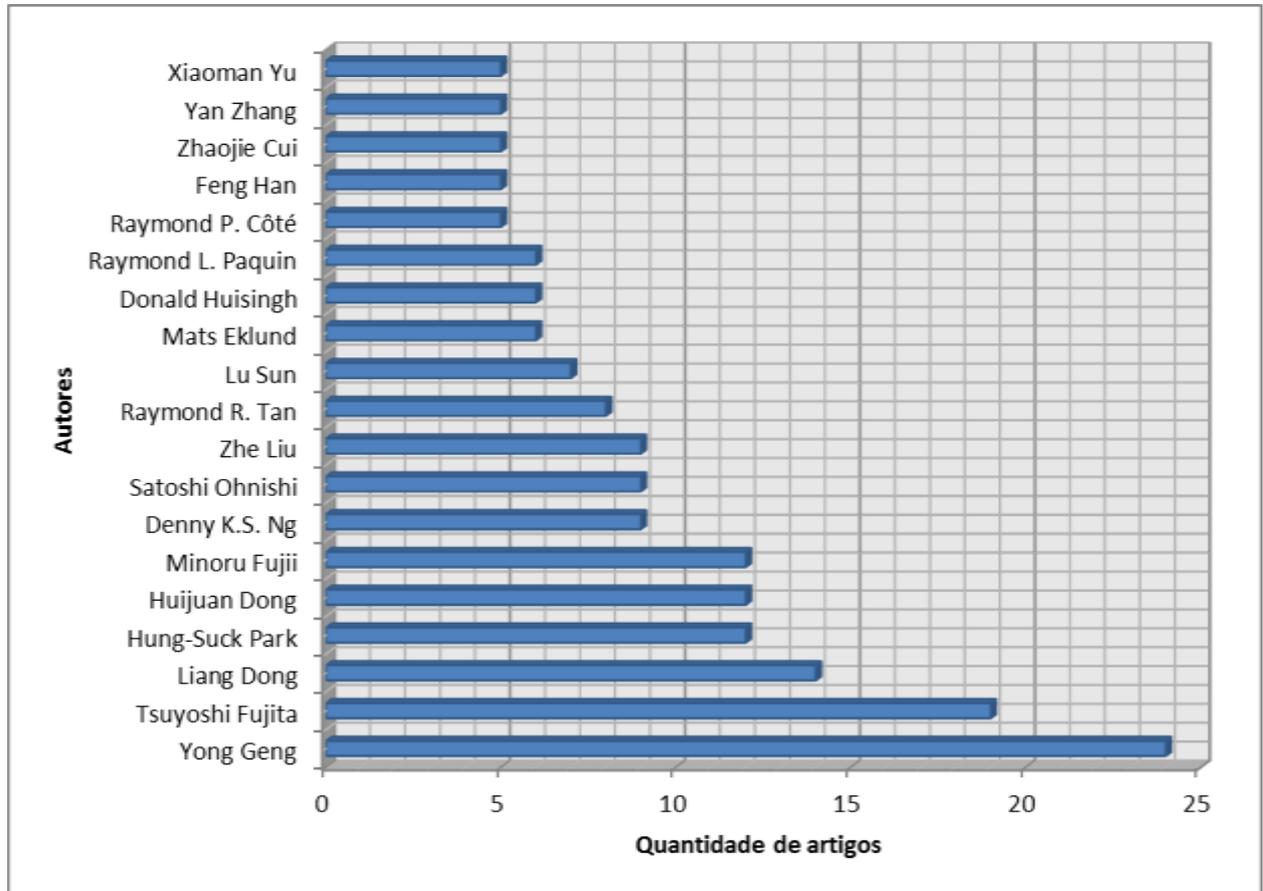


GRÁFICO 3 - Principais autores *versus* quantidade de artigos publicados. Fonte: dos autores (2018).

Dentre todos os autores encontrados na amostra de artigos selecionados com o tema “Simbiose Industrial”, 964 deles publicaram um artigo, 118 publicaram dois, 37 publicaram três e por fim, 21 deles publicaram quatro artigos com base no tema.

Grande parte dos autores catalogados são asiáticos, e em grande maioria são chineses, o que pode ser explicado pela grande influência do cenário chinês no tema simbiose industrial.

O Programa da China conforme Sun et al (2017) tem o objetivo principal da promoção de civilização ecológica de 2016 a 2020, com metas ambientais ambiciosas e importantes para promoção de economia cíclica. Através dessas políticas, os pesquisadores têm um maior apoio para realizarem investigações a cerca deste assunto.

#### 4.5. Países

Nesta seção a amostra de artigos selecionada foi dividida pelo quesito “país”, para isso os artigos foram analisados com base nos países que foram publicados e assim, foi montado um gráfico mostrado a seguir que demonstra a relação entre países *versus* publicações. Vale pontuar que foram encontrados 58 países no total.

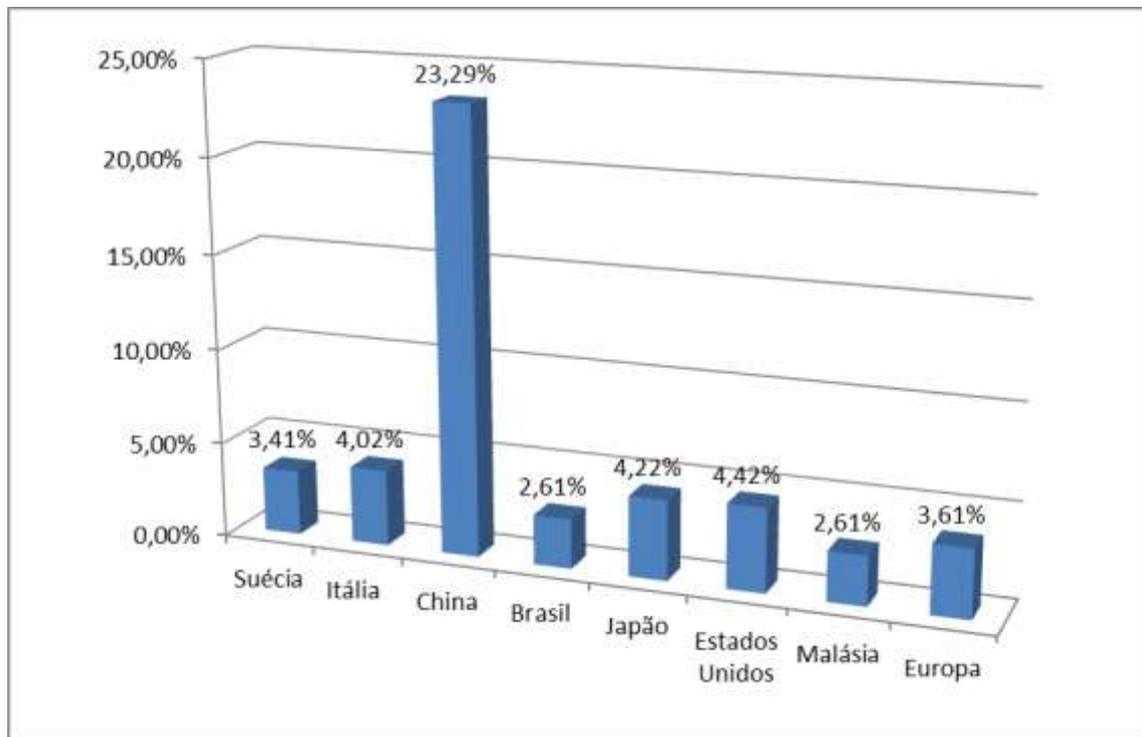


GRÁFICO 4 - Relação entre os principais países que publicam sobre SI. Fonte: dos autores (2018).

Nota-se que no gráfico 4 a China é o país mais relevante com 23% dos artigos, o que comprova a importância dada pelo governo e cidades chinesas para desenvolvimento de SI. Em segundo tem-se Japão, Estados Unidos e Itália com cerca de 4% cada. Um dado interessante foi o continente Europeu aparecer com 3,6% favorecido por seu tamanho e quantidade de países envolvidos preocupados com o aspecto sustentável.

Como no gráfico 3 sobre os autores que publicaram nos artigos analisados, o gráfico 4 denota o mesmo cenário de que a China prevalece despontando no assunto Simbiose Industrial. Um dos fatores de grande importância para esse acontecimento seria as políticas de apoio ao desenvolvimento ecologicamente correto do país.

Liu et al (2017) explica que na China, a política favorece enfaticamente o desenvolvimento da SI, ele cita que em 2003 teve a lei da promoção de produção mais limpa, em 2005 a Lei na prevenção da poluição e controle de resíduos sólidos, em 2008 a Lei de

promoção da economia circular, e o projeto nacional de parques industriais de baixo-carbono em 2013.

#### 4.6. Indústrias foco de pesquisa dos artigos de SI

Como pode ser visto no gráfico 5, a SI ocorre principalmente em uma região industrial onde exista empresas que possam trocar resíduos, podendo ser um parque, distrito ou cluster. Essa região engloba vários tipos de setores, o que favorece a diversidade e flexibilidade para a ocorrência da SI. Entre os principais estão também os *Eco Industrial Parks* (Parque Industriais Ecológicos) que favorecem o desenvolvimento da SI e o sistema urbano, que é delimitado pela extensão da cidade, podendo ser chamado de *Urban Symbiosis* (Simbiose Urbana) também.

Das indústrias em si, chama a atenção as biorefinarias, que transformam diretamente resíduos em matéria-prima, a indústria do cimento, metal-mecânica e química.

Analisando as publicações estudadas, o foco de aproximadamente metade dos artigos avaliados fica nos locais industriais, parques e biorefinarias, indústrias metal-mecânicas, químicas, de cimento, papel e celulose, alimentícia, agricultura e de pecuária.

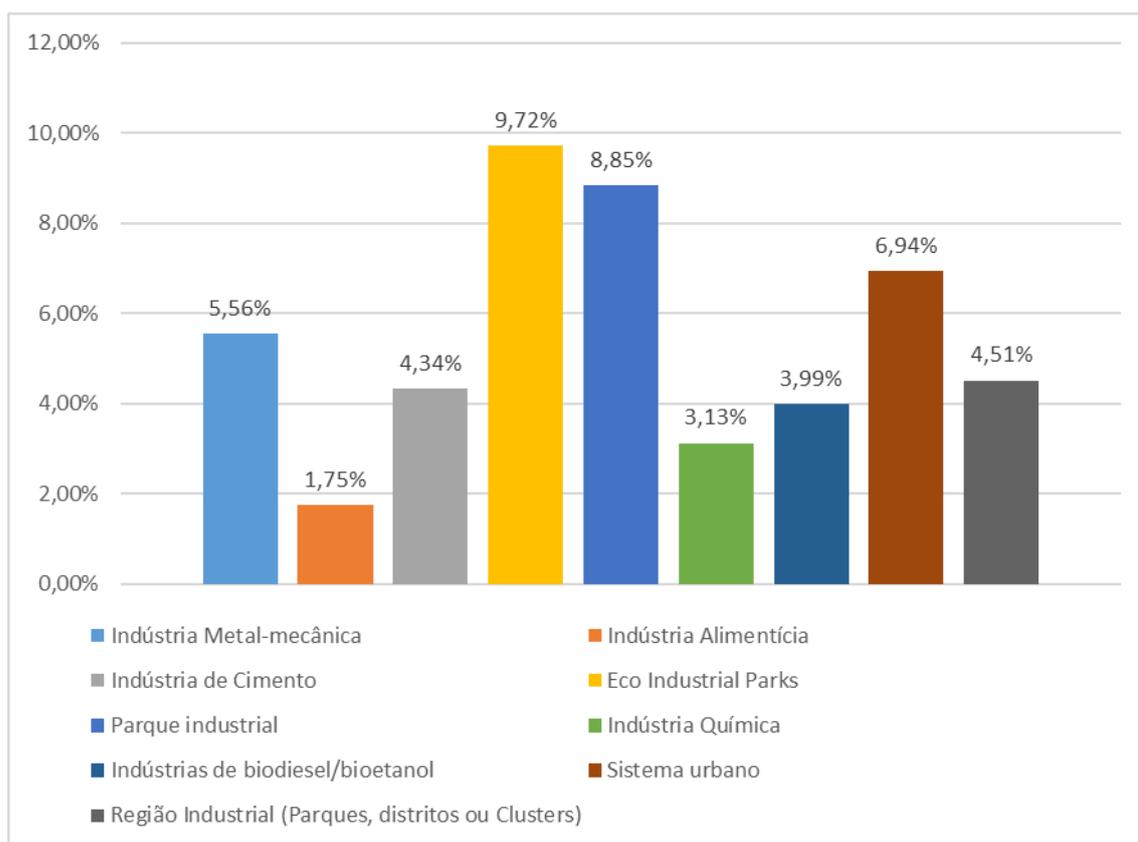


GRÁFICO 5 - Relações entre as principais indústrias no estudo de SI. Fonte: dos autores (2018).

Nos artigos analisados, o setor de parques industriais que tem como definição segundo Rosenthal e Coté (1998) ser uma “comunidade” de indústrias que trabalham de forma integrada e desenvolvem parcerias visando alcançar um mesmo objetivo, alcançam um número maior de publicações, uma vez que, englobam várias indústrias de diferentes setores, e estes locais favorecem a ocorrência da SI pela flexibilidade de relacionamentos e diversidade de resíduos, seguido por locais de dinâmicas parecidas, como *Eco Industrial Parks* e sistemas urbanos (cidades).

## 5. Considerações Finais

O tema SI está em evolução e conquista cada vez mais publicações ao longo dos anos. Seus benefícios ambientais para a indústria são consideráveis e tem-se espalhado pelo mundo todo. Nota-se a relevância da China no desenvolvimento da pesquisa sobre SI e seu incentivo para que este tema continue sendo importante para trazer eco eficiência e redução de resíduos descartados como lixo.

O autor que mais publicou de 2013 até 2018 é chinês, o que comprova o envolvimento direto deste país no tema. O *journal* que mais publica sobre SI é o *Journal of Cleaner production* com grande relevância. E a SI é na maioria das vezes estudada em regiões indústrias com vários tipos de indústrias o que favorece trocas e biorefinarias que transformam resíduos descartados em ganho econômico e ambiental.

Com todos esses dados ao final do estudo, é notória a necessidade de pesquisas e aplicações acerca do tema SI, pois a gestão de resíduos além de ser uma prática que grandes países desenvolvidos utilizam e obtêm sucesso em seus empreendimentos, também vai de encontro com o tema sustentabilidade, o qual é o foco das empresas e indústrias no mercado atual.

## Referências

- BRANSON, R. **Re-constructing Kalundborg**: the reality of bilateral symbiosis and other insights. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 4344-4352, 2016
- CHERTOW, M. R. “**Uncovering**” **industrial symbiosis**. *Journal of Industrial Ecology*, v. 11, n. 1, p. 11-30, 2007.
- CHERTOW, M. R. **Industrial symbiosis**. In: *Encyclopedia of Energy*, edited by C. J. Cleveland. San Diego: Elsevier, 2004.
- CHERTOW, M. R. **Industrial symbiosis**: literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and Environment*,

v. 25, p. 313-337, 2000.

FLEURY, A. **Planejamento do projeto de pesquisa e definição do modelo teórico.** In:\_\_\_\_\_. MIGUEL, P. A. C. (Coord.) Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

LEITÃO, ALESSANDRA. **Economia circular:** uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting. Vol 1, n 2, 2015.

LIU, Z., ADAMS, M., COTE, R. P., GENG, Y., CHEN, Q., LIU, W., ... & YU, X. **Comprehensive development of industrial symbiosis for the response of greenhouse gases emission mitigation:** Challenges and opportunities in China. Energy Policy, 102, 88-95, 2017.

REN, J., LIANG, H., DONG, L., SUN, L., & GAO, Z. **Design for sustainability of industrial symbiosis based on emergy and multi-objective particle swarm optimization.** Science of the Total Environment, 562, 789-801, 2016.

ROSENTHAL, E.C.; COTÉ, R.P., **Designing Eco-Industrial Parks:** a synthesis of some experiences, Journal of Cleaner Production n° 6, pp. 181-188, 1998.

SARTORI, SIMONE; LATRÔNICO, FERNANDA; CAMPOS, LUCILA M.S. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura.** Ambiente & Sociedade, v. XVIII, n. 1, p. 1-22. São Paulo, 2014.

SUN, L., LI, H., DONG, L., FANG, K., REN, J., GENG, Y., ... & LIU, Z. **Eco-benefits assessment on urban industrial symbiosis based on material flows analysis and emergy evaluation approach:** A case of Liuzhou city, China. Resources, Conservation and Recycling, 119, 78-88, 2017.

TAMIOTO, A. H. **Proposta de simbiose industrial para minimizar os resíduos sólidos no Pólo Petroquímico de Camaçari.** Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, 2004.

YU, Chang; DAVIS, Chris; DIKEMA, Gerard PJ. **Understanding the evolution of industrial symbiosis research:** A bibliometric and network analysis (1997–2012). Journal of Industrial Ecology, v. 18, n. 2, p. 280-293, 2014.