

ANÁLISE CONCEITUAL DO TEMA SIMBIOSE INDUSTRIAL NO CENÁRIO BRASILEIRO.

CONCEPTUAL ANALYSIS OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN THE BRASILIAN SCENARIO.

¹Dárquila Mariana Matheus Silva; ¹darquilamariana@hotmail.com; ¹Universidade Federal da Grande Dourados;
²Alan Ribeiro; ²alan_nav@hotmail.com; ²Universidade Federal da Grande Dourados;
³Laura Patrizzi Volf; ³patrizzivolf@gmail.com; ³Universidade Federal da Grande Dourados;
⁴Ana Clara Batista Eljaji; ⁴anaeljaji@gmail.com 2; ⁴Universidade Federal da Grande Dourados;
⁵Carlos Eduardo Soares Comparotti; ⁵carloscamparotti@gmail.com; ⁵Universidade Federal da Grande Dourados;

RESUMO: A eficiência ambiental é um ponto crucial no âmbito da competitividade, apresentar ganhos neste aspecto é essencial para o mercado nacional. Inúmeros sistemas de produção vêm sendo implantados e testados pelas instituições, como no caso da Ecologia Industrial, Simbiose Industrial (SI) e Economia Circular. A Simbiose industrial apresenta-se como uma alternativa ecológica e sustentável que reduz resíduos descartados ao meio ambiente. Este artigo colabora com o tema de SI através da análise das publicações acerca do tema no Brasil. Foi realizado um levantamento teórico conceituando a evolução da Simbiose no Brasil, analisando individualmente os quesitos de região, instituição e período. Constatou-se que as regiões que mais pesquisam sobre o tema é a Sul e Sudeste, com importância para UTFPR, UFRJ e USP/São Carlos e uma evolução nos estudos deste tema ao longo dos anos.

PALAVRAS-CHAVE: Simbiose Industrial; Análise conceitual; Brasil.

ABSTRACT: Environmental efficiency is a crucial point in the field of competitiveness, resending gains in this aspect is essential for the national market. Numerous production systems have been implanted and tested by the institutions, as in the case of Industrial Ecology, Industrial Sybiosis (IS) and Circular Economy. Industrial Sybiosis presents itself as an ecological and sustainable alternative that reduces residues discarded to the environment. This article collaborates with the theme of IS through the analysis of the publications about the theme in Brazil. It was carried out a theoretical survey conceptualizing the evolution of Sybiosis in Brazil, analyzing individually the questions of region, institution and period. It was verified that the regions that more research on the subject is the South and Southeast, with importance for UTFPR, UFRJ and USP/ São Carlos and an evolution in the studies of this theme over the years

KEY WORDS: Industrial Sybiosis; Conceputual analysis; Brazil.

1. Introdução

A transformação da sociedade tradicional pela sociedade de alto consumo em consequência da crescente industrialização que culminou por todo o mundo durante o século XX trouxe dois problemas: a enorme utilização de diversos recursos naturais, com conseqüente escassez e esgotamento total em determinados casos; e a produção de resíduos em uma quantidade e diversidade cada vez maior, com seus efeitos adversos de poluição e contaminação do meio ambiente, afetando negativamente a qualidade de vida das sociedades (MOTTA, CARIJÓ, 2013).

Devido às condições adversas que a sociedade de alto consumo levantou, políticas que visam

o desenvolvimento sustentável, que em uma primeira visão, é definido como desenvolvimento capaz de suprir as necessidades das futuras gerações, ou seja, visa o não esgotamento de recursos para o futuro (SARTORI, LATRÔNICO, CAMPOS, 2014) passaram a ser enaltecidas, induzidas pela pressão da legislação ambiental.

Atrelado a isso, a economia circular se desenvolveu, esta é baseada 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).

Uma das ferramentas que pode ser utilizada para a redução dos impactos causados pela geração excessiva de resíduos pela sociedade de consumo e realização do desenvolvimento sustentável é a Simbiose Industrial (SI) que tem como ponto principal a relação mútua entre as empresas integrantes de um ecossistema industrial, onde há a troca de resíduos, desta forma o resíduo, desta forma o resíduo de um agente é utilizado como *input* para outro e vice versa (CHERTOW, 2000), os resíduos gerados pelas indústrias devem ser vistos mais como subprodutos do que como perdas indesejáveis (FROSCHE, 1996).

Neste trabalho será apresentada uma revisão teórica de 69 artigos a cerca do tema Simbiose Industrial publicados no Brasil, analisando quantidade de publicações por região, período e instituição, para que seja possível visualizar o desenvolvimento do tema ao longo dos anos, por meio de análise quantitativa, gráficos e discussões dos resultados.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Simbiose Industrial

Com o descarte massivo de resíduos que são diariamente lançados pelas indústrias e pela comunidade ao meio ambiente, surge o conceito de simbiose industrial (SI) para sanar principalmente os problemas acometidos com o descarte de resíduos inadequados, além de trazer a ele uma funcionalidade antes não conhecida.

O termo Simbiose Industrial surge com a perspectiva de ser uma relação mútua que beneficie as empresas integrantes desse ecossistema, em que uma empresa utiliza os resíduos resultantes de outras como novos insumos para seus processos produtivos. Desta maneira, sua implementação torna-se uma ferramenta estratégica atuante no desenvolvimento econômico, inovação, aprimoramento na utilização de recursos e gestão de resíduos (CHERTOW, 2000).

Segundo Chertow (2000), os elementos-chave para a Simbiose Industrial (SI) são a colaboração e as possibilidades sinérgicas proporcionadas pela proximidade geográfica entre as organizações interessadas, viabilizando vantagens alcançadas em coletivo que não seriam conquistadas individualmente.

Para Lombardi et Laybourn (2012) a Simbiose Industrial trata-se de um conjunto de diversas empresas que acometem a longo prazo a inovação e mudança cultural, gerando troca de conhecimento e aumento da rentabilidade e eficiência dos negócios.

Uma característica marcante e de extrema relevância é a cooperação. Chertow et Ehrenfeld (2012) diziam que o senso de cooperação difundiu o crescimento econômico e social em conjunto com oportunidades tecnológicas. Wang et al. (2013) postulavam sobre a melhor utilização de recursos e diminuição de desperdícios e poluição através da partilha de materiais, tais como água, energia ou até mesmo informações e experiências passadas.

Em contrapartida, Posch (2010) acreditava que se deve ir além do compartilhamento de materiais para que sejam viabilizadas as características da simbiose, se estendendo para a promoção de interações do conhecimento e capacidade das pessoas que pertencem as outras organizações criando e fortalecendo diferenciais competitivos através de uma visão socioambiental.

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.

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.

No Brasil, embora seja constatadas ações próximas deste modelo no Polo Petroquímico de Camaçari (BA) por intermédio do Programa Brasileiro de Simbiose Industrial (PBSI), não é comum este tipo de atividade por falta de conhecimento empírico e técnico do meio acadêmico e empresarial.

3. Metodologia

A caracterização deste artigo está como de natureza teórica, e quanto aos seus procedimentos técnicos, enquadra-se como um estudo bibliográfico e conceitual, que segundo Fleury (2010) tem como prerrogativa tratar dados provindos de trabalhos já publicados sobre algum assunto, neste caso o tema é a SI no Brasil.

Essa pesquisa foi realizada da seguinte maneira: pesquisa nos anais de congressos com visibilidade nacional, como o SIMPEP, ENEGEP e CONBEPRO e no portal de teses e dissertações da CAPES 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 e dos dados fornecidos pelo *site* de teses e dissertações da CAPES.

4. Resultados e discussões

A fim de abordar publicações brasileiras fez-se a coleta dos artigos através do Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção (CONBEPRO), Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) e Google Acadêmico. Com isso, o estudo alcança uma quantidade considerável de publicações para avaliar a Simbiose Industrial no Brasil.

De acordo com o que foi extraído das plataformas acima citadas, houveram seis (6) publicações no ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), seis (6) no SIMPEP (Simpósio de Engenharia de Produção), quarenta (40) monografias publicadas em diversas universidades brasileiras, dois (2) na CONBREPRO (Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção) e quinze (15) publicados em plataformas pontuais ou indefinidas encontrados através do Google Acadêmico. Sendo assim, totalizando sessenta e nove (69) publicações encontradas durante a pesquisa, voltadas à Simbiose Industrial no Brasil.

A partir dos dados obtidos, foram criados gráficos para melhor visualização da quantidade de publicações encontradas por região do Brasil, a quantidade de publicações por ano e a quantidade de autores em faculdades brasileiras que publicaram sobre Simbiose Industrial (SI). Além de, um gráfico dos setores mais abordados nessas publicações. A seguir é apresentada a Tabela 1 com a quantidade de publicações, seguida do Gráfico 1 com a taxa de participação de cada região brasileira, na qual apresentam quantidade de publicações por região.

TABELA 1 – Quantidade de publicações por região

REGIÕES/BRASIL	QUANTIDADE
Sul	20
Sudeste	33
Centro Oeste	3
Norte	1
Nordeste	12
TOTAL	69

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

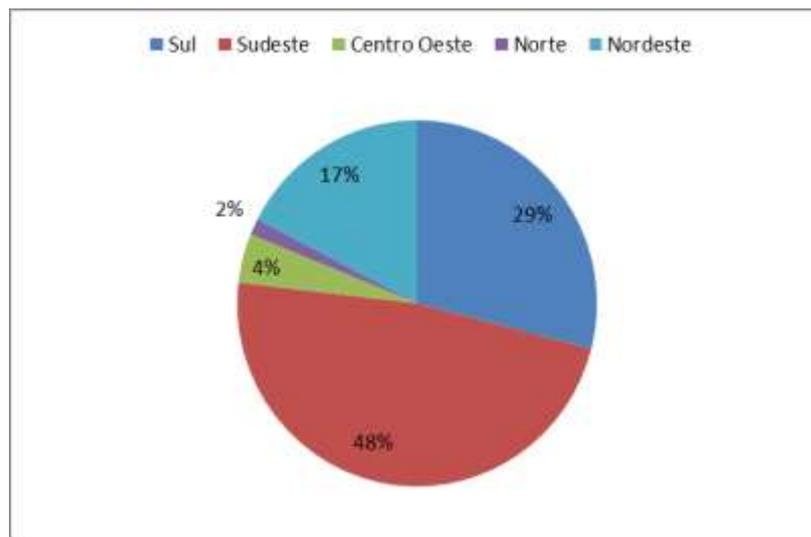


GRÁFICO 1 – Proporção das publicações por região. Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

Como foi possível observar a região sudeste seguida da região sul, são as regiões de maiores publicações sobre SI, correspondendo a 77% das publicações encontradas. Dentre os 69 artigos, encontram-se pesquisas, aplicações e ainda, buscas por modelos para colaboração do reaproveitamento de resíduos em vários tipos de indústrias. E para melhor distingui-las, foram desenvolvidos a Tabela 2 e o Gráfico 2, na qual exibem os setores mais abordados nas publicações.

Doze artigos não foram considerados na Tabela 2, visto que são de caráter conceitual, ou seja, não adentram em nenhum setor específico. Mas buscaram esclarecer melhor a SI, trazendo conceitos, mostrando as contribuições das ações de Simbiose Industrial para as empresas, para que ponham em prática os resultados das pesquisas, além de trazer ferramentas para avaliação de desempenho da SI.

Desse modo, a tabela a seguir traz setores industriais diversos, sendo: setores petroquímicos, eco polos de tratamento de água, siderúrgicas, empresas de cosméticos e madeireiras, entre outros. A palavra “outros” apresentada na Tabela 2 indica artigos que houve a aplicação de SI em complexos industriais, mas não são citados seus setores. O setor de sustentabilidade indica setores de desenvolvimento sustentável que com a ajuda da SI pode trazer estratégias para alcançar tecnologias mais limpas e eco eficiência produtivas. Logo, podemos identificar os eco parques industriais como o setor mais mencionado dentre as publicações, com quatorze menções, pois é um local propício para o desenvolvimento da SI, com empresas reunidas para obter relacionamentos e integração de recursos no parque, além de possuir empresas de variados setores.

TABELA 2 – Setores analisados.

SETORES	QUANTIDADE
Agroindustriais	6
Construção civil	5
Cosméticos	1
Eco parques	14
Ecopolo	1
Madeira	2
Sustentabilidade	12
Petroquímico	3
Portuário	2
Semicondutores	3
Serviços de saúde	1
Siderúrgicas	4
Outros	3

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

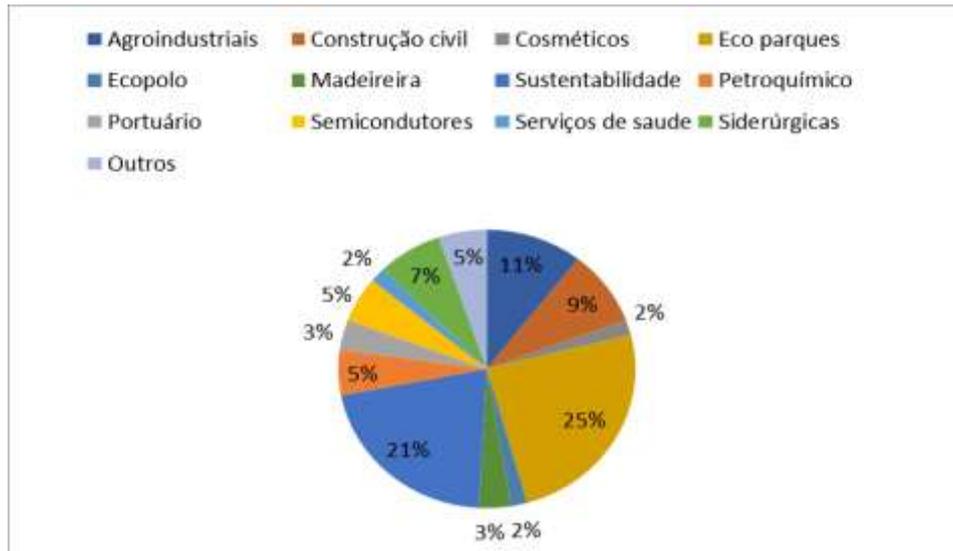


GRÁFICO 2 – Proporção dos Setores analisados. Fonte: elaborado pelos autores (2018).

A Tabela 3 e o Gráfico 3 indicam a publicação por ano. Como poderá ser observado, dentre sessenta e nove (69) artigos analisados, a maioria deles foram publicados em 2015 ou antes deste período. O primeiro artigo encontrado foi publicado em 2002, tese de mestrado da USP.

TABELA 3 – Publicações por ano.

ANO/PUBLICAÇÃO	QUANTIDADE
2002	1
2004	1
2006	2
2007	4
2008	1
2009	1
2010	2
2011	2
2012	4
2013	10
2014	6
2015	14
2016	10
2017	10
2018	1
TOTAL	69

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

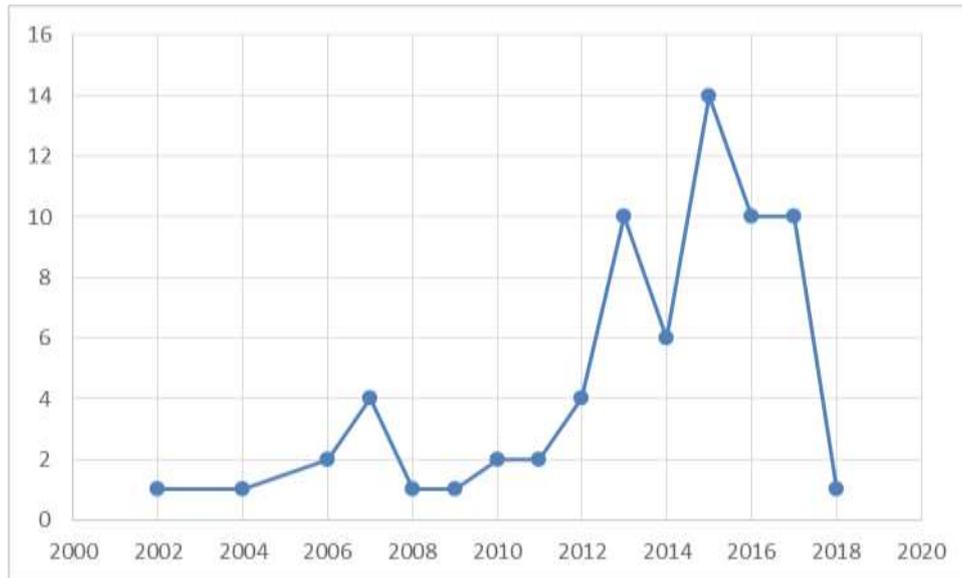


GRÁFICO 3 – Publicações por ano. Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Observa-se o aumento acentuado de pesquisas neste tema no Brasil de 2002 para Junho/2018. O período mais elevado fica entre 2013 e 2015, quando as pesquisas avançam para mais regiões e programas de pós-graduação.

Também foi elaborada a Tabela 4, que demonstra a quantidade de autores em universidades brasileiras que publicaram sobre Simbiose Industrial (SI). A palavra “outros” apresentada na Tabela 4 e Gráfico 4 indica as instituições que tiveram apenas uma publicação sobre SI.

TABELA 4 – Autores/universidades que publicaram sobre SI.

UNIVERSIDADES	Autores que publicaram sobre SI
UFGD	2
UFB	2
UFRJ	9
USP	7
USP (São Carlos)	9
UTFPR	9
UFSC	3
UNIP	2
UFMG	3
UNISINOS	3
UFC	6
OUTROS	14

Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

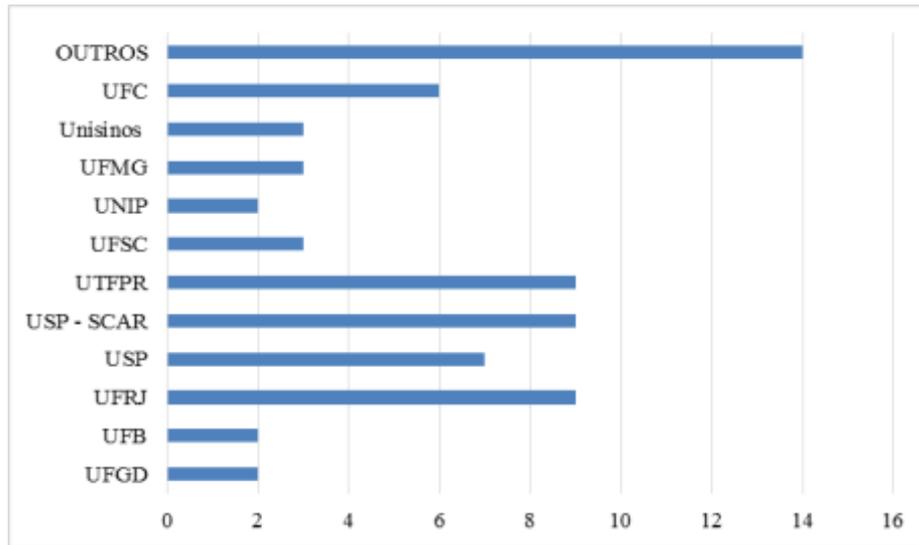


GRÁFICO 4 – Autores/universidades que publicaram sobre SI. Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Após observados a Tabela 4 e o Gráfico 4, foi possível identificar que o maior número de autores que publicaram sobre SI é da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), da Universidade de São Paulo (USP) e por fim, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Comparado com o Gráfico 1, a UTFPR representa a principal universidade de pesquisa da região Sul, que foi a região que ficou na segunda colocação em quantidades de publicações por região, assim como a USP, USP/São Carlos e UFRJ são instituições com alto grau de contribuição para o tema no Sudeste, onde juntas possuem maior quantidade de publicações nessa região do Brasil.

Destes trabalhos pesquisados, constata-se que os trabalhos têm como área de concentração aquelas ligadas a Engenharia de Produção, cerca de 65% dos trabalhos. Destaca-se aqui conforme catálogo de teses e dissertações da CAPES os orientadores de programas de pós-graduação que mais contribuem com a propagação do tema, como a Professora Alessandra Magrini da UFRJ e o Professor Kleber Esposto da USP/São Carlos, com quatro e três orientações respectivamente.

A SI é um conceito que vem aumentando a sua popularidade em razão das transformações climáticas e a gradativa diminuição dos recursos naturais. Logo, reaproveitar os subprodutos de uma empresa em outro processo produtivo minimizando a produção de resíduos finais acaba sendo denominado: sustentabilidade. Devido a isso e a curiosidade em entender o potencial deste conceito acaba por motivar as universidades brasileiras a se aprofundarem nessas pesquisas buscando interligações com empresas da região. Supondo que pelo fato das

regiões sudeste e sul serem melhores desenvolvidas e possuem grande potencial industrial, a preocupação e interesse em SI é maior. A ocorrência de um índice baixo de publicações no Brasil se deve às barreiras culturais, políticas e sociais.

5. Considerações finais

Com base nos resultados apresentados pode-se concluir que o Sudeste e em seguida o Sul são as regiões que mais abordam o tema Simbiose Industrial (SI) no Brasil, juntas correspondem a 77% das publicações encontradas, quem representam a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Além disso, o setor mais abordado correlacionado a SI são os eco parques e o período que houve maior movimentação de publicações sobre o tema foi no ano de 2015. Um ponto importante observado foi a falta de políticas de incentivo no país para desenvolvimento sustentável da indústria, o que corrobora com o baixo índice de pesquisas que são realizadas a respeito do assunto quando comparado aos países europeus e a China.

Esta pesquisa abre caminhos para entender o cenário brasileiro a respeito do tema SI, onde parte-se para compreender as pesquisas a fundo para melhorar os modelos ou práticas desenvolvidas e buscar novos pontos e desafios a serem melhorados.

6. Referencias bibliográficas

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. **Industrial symbiosis**: literature and taxonomy. *Annual Review of Energy and Environment*, v. 25, p. 313-337, 2000.

CHERTOW, M. R. EHRENFELD, J. **Organizing self – organizing systems: toward a theory of Industrial Sybiosis**. *Journal of Industrial Ecology*, v. 16, n. 1, p. 13-27, 2012.

CHERTOW, M. R. **“Uncovering” Industrial Sybiosis**. *Journal of Industrial Ecology*. v. 11, n. 1, p. 11-30, 2007.

FROSCH R.A, GALLOPOULOS, N.E. **Strategies for manufacturing**. *Scientific American*, 26, 1996.

GIURCO, D, et al. **Developing industrial water reuse synergies in Port Melbourne**: cost effectiveness, barriers and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, n. 8, p. 867-876, 2011.

LEITÃO, ALESSANDRA. **Economia circular**: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. Portuguese

Journal of Finance, Management and Accounting. v. 1, n. 2, 2015.

LOMBARDI, D. R. LAYBOUM, P. **Redefining industrial sybiosis**: crossing academic-practitioner boundaries. Journal of Industrial Ecology, v. 16, n. 1, p. 28-37, 2012.

MOTTA, JOÃO PEDRO S. P. DA; CARIJÓ, RENATA DE SOUSA. **Simbiose Industrial**: um estudo de caso para uma indústria de cosméticos no município do Rio de Janeiro. Escola Politécnica – UFRJ, 2013.

POSCH, A. **Industrial recycling networks as starting points for broader sustainability-oriented cooperation?**. Journal of Industrial Ecology, v. 14. n. 2, p, 242-257, 2010.

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.

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.