



## AVALIAÇÃO E MELHORIA DE UM INDICADOR DE SIMBIOSE INDUSTRIAL

### Evaluation and Improvement of an Industrial Symbiosis Indicator

**Gabriel Couto Mantese**

Universidade de São Paulo – USP  
gabriel\_mantese@outlook.com

**Daniel Capaldo Amaral**

Universidade de São Paulo – USP  
amaral@sc.usp.br

**Palavras-chave:** *Ecologia Industrial, Simbiose Industrial, Indicador de Desempenho, Parque Eco-Industrial*

**Keywords:** *Industrial Ecology, Industrial Symbiosis, Performance Indicator, Eco-Industrial Park*

**Nível:** Mestrado

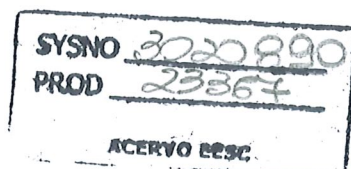
**Bolsista:** FAPESP

### 1. PROPOSTA

Os Parques Eco-Industriais (EIP) têm surgido como uma nova tendência no contexto industrial propondo um conceito de cooperação entre as empresas que o constituem. De acordo com o *Indigo Development* (2005), um EIP é:

(...) uma comunidade de indústrias, negócios e serviços situados em uma propriedade comum. Seus membros buscam o melhor desempenho ambiental, econômico e social através da cooperação e gerenciamento ambiental e dos recursos naturais. Trabalhando junto, a comunidade de negócios procura um benefício coletivo que seja maior do que a soma dos benefícios individuais que cada empresa obterá se somente aperfeiçoasse seu desempenho individual.

Diante disso, apresenta-se o conceito de Simbiose Industrial, onde, segundo Chertow et al. (2008), três tipos de transações simbióticas podem ocorrer: (i) utilização das perdas de outros como matéria-prima (troca de subprodutos); (ii) compartilhamento de utilidades ou acesso a serviços, como energia ou tratamento de perdas; e (iii) cooperação em questões de interesse comum, como planos emergenciais, treinamento, ou planejamento sustentável.





Segundo Felicio (2013), um EIP deve apoiar o processo de Simbiose Industrial, destacando-o como a principal atividade a ser desenvolvida, fazendo assim com que exista um melhor aproveitamento dos subprodutos e também dos tratamentos de resíduos dentro dos limites do parque.

Identifica-se na literatura, porém, uma ausência de instrumentos para apoiar os sistemas e práticas de gestão em um EIP (ZHU et al., 2010; CHIU; YONG, 2004; SOPHA et al., 2010; OH; KIM; JEONG, 2005). Tendo portando, como consequência disso, uma dificuldade de medir o funcionamento e desenvolvimento desses parques com precisão.

Existem alguns trabalhos que sugerem a utilização de métodos, ferramentas e indicadores ambientais na tentativa de caracterizar um EIP e medir os seus aspectos ambientais (GENG, et al., 2009; GENG, et al., 2012; KURUP; STEHLIK, 2009; PAKARINEN et al., 2010). Entretanto, Chertow e Ehrenfeld (2012) comentam que esses trabalhos, em sua maioria, refletem uma visão estática do parque, sendo necessário então abordar os EIPs como sistemas dinâmicos.

Ciente disso, Felicio (2013) propõe a utilização de um indicador para a medição da Simbiose Industrial em EIPs, denominado ISI (Indicador de Simbiose Industrial), que permite o monitoramento periódico de desempenho ambiental do parque. Ele foi elaborado para gerar uma série histórica que sirva como avaliação de tendências e apóie a tomada de decisões dos gestores, agenciador e profissionais das empresas.

Uma diferença deste indicador para os demais é que ele permite a implementação de políticas de incentivo à simbiose, promovendo-a de forma a considerar a limitação da dinâmica, apontada por Chertow e Ehrenfeld (2012).

O avanço deste indicador depende da solução de dois problemas. Primeiro, a avaliação da aplicação do ISI em EIPs consolidados não foi efetuada (FELICIO, 2013). Ele precisa ser verificado de maneira mais apropriada, pois a autora realizou uma primeira avaliação baseada em cenários elaborados a partir de dados parciais obtidos em um parque. O segundo é que ele não considera a relação de simbiose com o entorno ou outros parques (FELICIO, 2013).

Esse projeto de pesquisa de mestrado visa aprimorar, desenvolver, adaptar e aplicar o ISI de modo a avaliar o potencial da sua contribuição e torná-lo mais robusto para a aplicação prática na realidade de EIPs.

## 2.CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA E OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo dessa pesquisa é o ISI (Indicador de Simbiose Industrial), desenvolvido e proposto por Felicio (2013). Diante disso e do objetivo da pesquisa, o trabalho irá se desenvolver em 5 fases:

**(1) Revisão bibliográfica.** No início serão realizadas revisões bibliográficas acerca dos conceitos relativos à Simbiose Industrial em EIPs e Indicadores de Desempenho Ambientais, com foco especial em critérios de avaliação.







**(2) Revisão bibliográfica sistemática.** Em uma segunda etapa, acontecerá uma revisão bibliográfica sistemática para a identificação de métodos e técnicas para gerar dados e avaliar cenários. O objetivo desta etapa será garantir o uso da técnica mais avançada de avaliação.

**(3) Simular o comportamento do indicador na forma como se encontra atualmente.** O próximo passo é aplicar a simulação, verificando o comportamento do indicador frente a diferentes cenários. Assim é possível identificar as lacunas e pontos de melhoria no ISI.

**(4) Propor melhorias no ISI considerando os resultados da simulação.** Nesta fase serão definidos os critérios de pesos para o aprimoramento do ISI, para isso serão considerados os resultados obtidos a partir da simulação realizada na fase anterior. O objetivo dessa fase é propor o ISI aprimorado.

**(5) Simulação comparativa entre o ISI e o ISI aprimorado, considerando dados reais.** Nesta quinta fase serão realizadas simulações para verificar o comportamento de ambos indicadores, o ISI inicial e o ISI aprimorado, frente a diversos cenários. O objetivo seria realizar esta medição considerando dados reais de um EIP, utilizando para isso um estudo de caso. Por fim, os ajustes necessários e a validação dos resultados se darão pela comparação entre o ISI inicial e o ISI aprimorado. Essa comparação será realizada com base nos métodos de avaliação de cenários identificados na fase (2) Revisão bibliográfica sistemática.

### 3.CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS

Como contribuição prática principal espera-se que, ao final do trabalho, o ISI aprimorado tenha sido validado e aplicado em um caso de EIP real. Dessa forma o indicador estará pronto para ser utilizado na prática.

O indicador será útil para:

- Verificação da evolução da simbiose industrial dentro do parque;
- Escolha de empresas candidatas a entrarem no EIP, verificando qual opção contribuiria mais para o incremento da simbiose industrial;
- Auxílio para a tomada de decisão dos organismos gestores quanto ao incentivo de políticas de aplicação no EIP.

Com relação à teoria, espera-se contribuir:

- Com o campo de indicadores de desempenho ambiental;
- Com relação à avaliação e validação de indicadores de desempenho;
- Com o desenvolvimento da teoria de EIPs e de simbiose industrial.

### 4. REFERÊNCIAS

CHERTOW, M.R.; ASHTON, W.; ESPINOSA, J.C. Industrial symbiosis in Puerto Rico: environmentally e related agglomeration economies. **Regional Studies**, v. 42, n. 10, p. 1299-1312, Dezembro 2008.



CHERTOW, M.; EHRENFELD, J. Organizing self-organizing systems – toward a theory of industrial symbiosis. **Journal of industrial ecology**, v.16(1), 2012.

CHIU, A. S. F.; YONG, G. On the industrial ecology potential in Asian developing countries. **J. Cleaner Prod** 2004; 12(8-10): p. 1037-45, 2004.

FELICIO, M. C. **Proposta de um indicador para monitorar a evolução da simbiose industrial em Parques Eco-Industriais segundo a perspectiva de sistemas dinâmicos**. São Carlos: EESC-USP, 2013. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013.

GENG, Y.; ZHANG, P.; CÔTÉ, R.; FUJITA, T. Assessment of the national eco-industrial park standard for promoting industrial symbiosis in China. **Journal of Industrial Ecology**, v.13(1), p. 15-26, 2009.

GENG, Y.; FU, J.; SARKIS, J.; XUE, B. Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 23, p. 216-224, 2012.

INDIGO DEVELOPMENT. **Eco-industrial parks (EIP)**. 2005. Disponível em: <<http://www.indigodev.com/Ecoparks.html>>. Acesso em: 26 mar. 2014.

KURUP, B.; STEHLIK, D. Towards a model to assess the sustainability implications of industrial symbiosis in eco-industrial parks. **Progress in Industrial Ecology – An International Journal**, v. 6(2), p. 103-119, 2009.

OH, D. S.; KIM, K. B.; JEONG, S. Y. Eco-industrial park design: a daedeok technovalley case study. **Habitat International**, v. 29 (2), p. 269-284, 2005.

PAKARINEN, S.; MATTILA, T.; MELANEN, M.; NISSINEN, A.; SOKKA, L. Sustainability and industrial symbiosis – the evolution of a finnish forest industry complex. **Resources, Conservation and Recycling**, p. 1393-1404, 2010.

SOPHA, B. M.; FET, A. M.; KEITSCH, M. M.; HASKINS C. Using systems engineering to create a framework for evaluating industrial symbiosis options. **Systems Engineering**, v. 13(2), p.149-160, 2010.

ZHU, L.; ZHOU, J.; CUI, Z.; LIU L. A method for controlling enterprises access to an eco-industrial park. **Science of the Total Environment**, p. 4817-4825, 2010.

## 5. VINCULO

**5.1 – Grupo de Pesquisa:** Grupo de Engenharia Integrada e Engenharia de Integração (GEI2) do NUMA (Núcleo de Manufatura Avançada).

## AGRADECIMENTOS

Ao apoio da FAPESP e ao grupo de pesquisa Grupo de Engenharia Integrada e Engenharia de Integração (GEI2) do NUMA (Núcleo de Manufatura Avançada).