

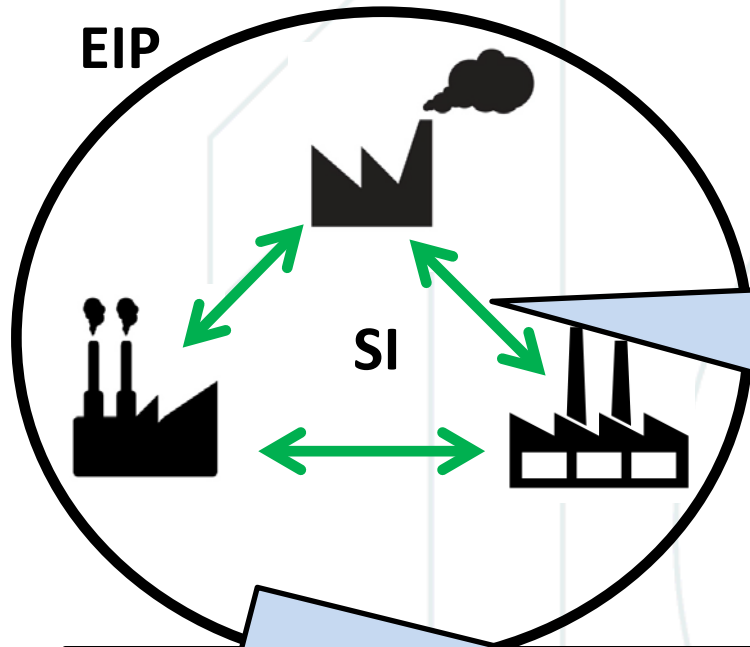
# Desenvolvimento de Questionário para Avaliação de Indicadores de Simbiose Industrial

Bruna A. Piere; Gabriel C. Mantese; Daniel C. Amaral  
Universidade de São Paulo

## Sumário

- Introdução
- Problema de Pesquisa
- Objetivo
- Metodologia
- Resultados
- Conclusões
- Próximos Passos

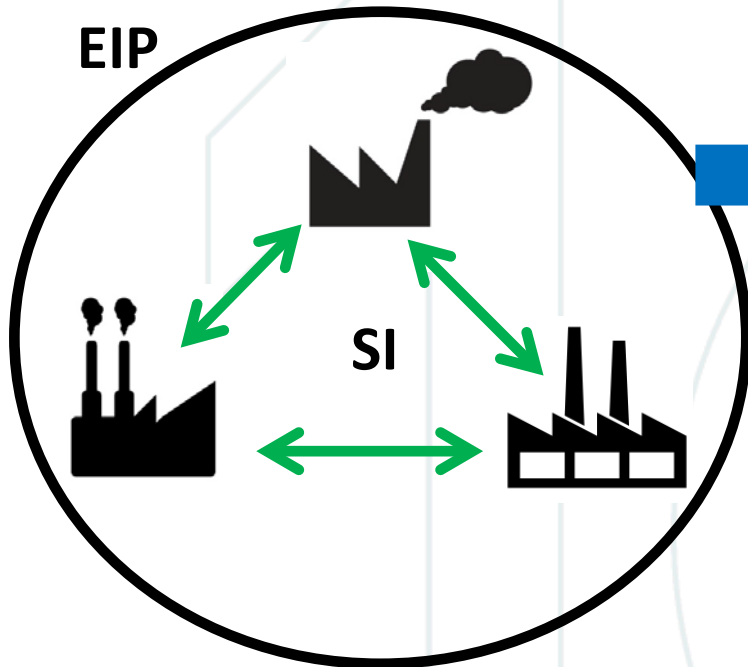
## Introdução



- 3 tipos de transações simbióticas (CHERTOW *et al.*, 2008)
- Compartilhamento de utilidades e infra-estrutura
  - Provisão de serviços comuns
  - Trocas de subprodutos, através da utilização de perdas ou descartes como matéria-prima

Comunidade de indústrias onde seus membros buscam melhorar o desempenho econômico, social e ambiental através da cooperação, alcançando um benefício mútuo (INDIGO DEVELOPMENT, 2006)

## Introdução



| Indicador(es)  | Referência                              |
|--|---|
| Indicador de Simbiose Industrial – ISI                     | Felicio <i>et al.</i> (2016)            |
| Impacto Ambiental  | Trokanas <i>et al.</i> (2015)           |
| Índice de Produtividade do Recurso                         | Wen e Meng (2015)                       |
| Eco-eficiência   | Park e Behera (2014)                    |
| 1. Eco-conectância<br>2. Razão de reciclagem               | Tiejun (2010); Gao <i>et al.</i> (2013) |
| 1. Índice de simbiose industrial<br>2. Densidade dos links | Zhou <i>et al.</i> (2012)               |
| 1. Conectância<br>2. Utilização simbiótica                 | Hardy e Graedel (2002)                  |

## Introdução

Muita preocupação no desenvolvimento de novos indicadores de desempenho, mas pouco esforço é empregado na validação  
(RIGBY *et al.*, 2001)

Satisfazer as condições (BOCKSTALLER; GIRARDIN, 2003)

- Cientificamente projetado
- Informação fornecida ser relevante
- Útil aos seus usuários finais

Como validar? (BOCKSTALLER; GIRARDIN, 2003)

- Julgamento por especialistas
- Comparação com outros indicadores
- Aplicação do indicador a partir de dados reais ou simulados

## Introdução

- Mantese *et al.* (2016) propuseram um procedimento para a validação de indicadores de simbiose industrial
  - Principal contribuição foi a apresentação de critérios específicos
  - Julgamento por especialistas
    - Através da escala Likert

## Problema de Pesquisa

Como aplicar o procedimento de validação de indicadores proposta por Mantese *et al.* (2016) com especialistas?

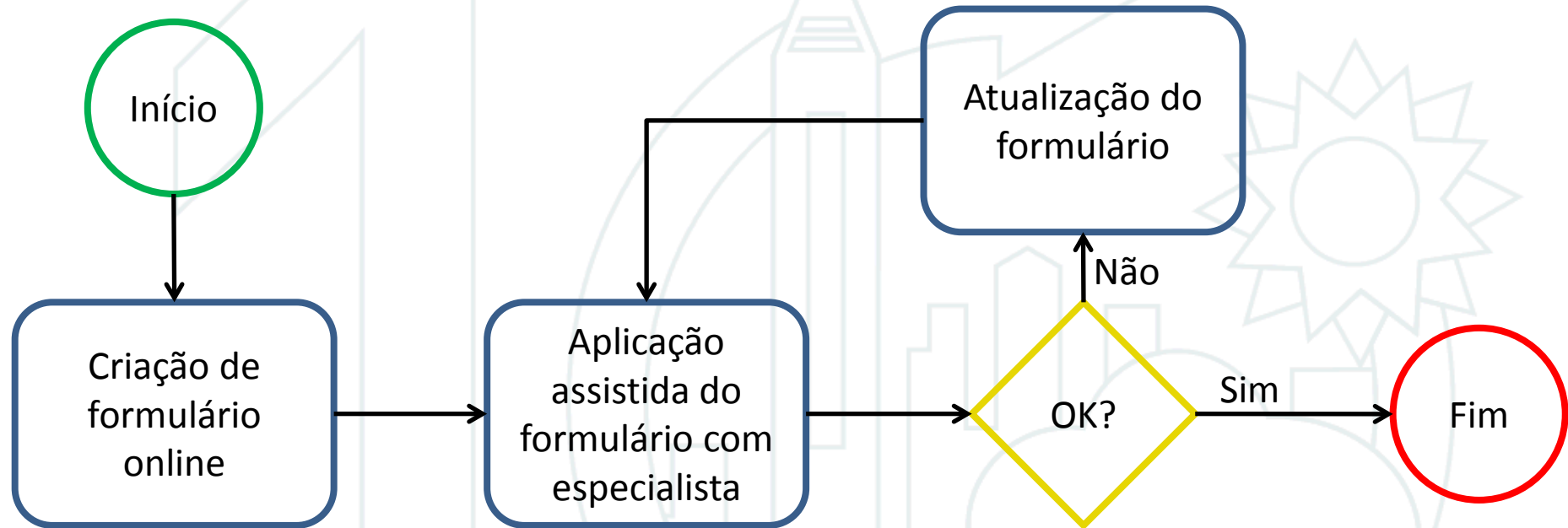
## Objetivo

Propor um questionário, a partir dos critérios apresentados por Mantese *et al.* (2016), para ser aplicado com especialistas na validação do Indicador de Simbiose Industrial (ISI) de Felicio *et al.* (2016)

Escolhido por ser um dos indicadores de simbiose industrial mais completos (MANTESE; AMARAL, 2016; MANTESE; AMARAL, 2017)



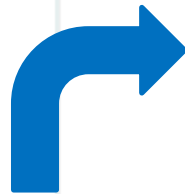
## Metodologia



Apenas uma atualização do formulário

# Metodologia

Criação de formulário online



## Questionnaire to evaluate indicators of Industrial Symbiosis

Before starting to answer the questionnaire, make sure you have read the Indicator Report of the Industrial Symbiosis Indicator (ISI), available on the link: <https://drive.google.com/open?id=0Bw9MZQDw17nBZu1X0t4ZmQ4WEE>

The questionnaire aims to evaluate indicators that measure the industrial Symbiosis. This form is being applied specifically on the ISI evaluation.

The objective of the evaluation of the ISI is to contribute to the evolution of the indicator itself, making it more reliable and robust for practical applications in real cases. This evaluation also contributes to the development of the area of indicators for the measurement of Industrial Symbiosis, since it was not identified an indicator that is being applied in practice and no indicator is consensus in the academic area.

The evaluation is carried out through the experts judgment using specific criteria divided into 3 classes: Conceptual coherence, Operational coherence, and Utility.

The criteria are in the form of statements, the evaluator should verify if each of the statements is consistent with the indicator that is being evaluated through a five-level scale (Likert scale):

- 1 - Totally disagree
- 2 - Disagree
- 3 - Neither disagree nor agree
- 4 - Agree
- 5 - Totally agree

### Conceptual coherence \*

The Conceptual coherence determines the relationship between the indicator and the object of measurement, in this case the Industrial Symbiosis. It aims to verify if the indicator is scientifically designed.

|   | Totally disagree      | Disagre               | Neither disagree nor agree | Agree                 | Totally agree         |
|---|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| The indicator measures the exchange of water, energy and by-products between companies in an eco-industrial park: eco industrial, correct representing the industrial symbiosis | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| The indicator classifies the different by-products in accordance with appropriate criteria  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| The indicator considers amounts of by-product reused. In a direct way*  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| The indicator considers amounts of by-product discarded   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

\*The indicator is able to record directly the by-products that are reused, rather than, for example, quantify them by the decrease in the use of virgin raw material

### Comments on your evaluations of the Conceptual coherence criteria

This space is intended for comments on your evaluations. Here can be explained the reasons why a criterion was poorly evaluated, for example. The comments are optional, but they are of great importance for us, so we can better understand the qualities and the weaknesses of the indicator.

Your answer

| Classe                       | Crítérios para avaliação de indicadores de simbiose industrial   |
|------------------------------|--|
| <i>Coerência Conceitual</i>  | 1. O indicador mede a troca de água, energia e subprodutos entre empresas em um parque eco-industrial, representando corretamente a simbiose industrial<br>2. O indicador classifica os diferentes subprodutos de acordo com o critério apropriado<br>3. O indicador considera quantidades de subprodutos reutilizados. De forma direta<br>4. O indicador considera quantidades de subprodutos descartados |
| <i>Coerência Operacional</i> | 6 critérios  |
| <i>Utilidade</i>             | 5 critérios  |

## Metodologia

Aplicação  
assistida do  
questionário com  
especialista

- Obter uma visão externa sobre o questionário desenvolvido e possíveis propostas de melhoria
- Especialista em indicadores ambientais e de sustentabilidade, com doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo
- Cerca de uma hora e trinta minutos

## Metodologia

OK?

- A aplicação apontou alguns potenciais de melhoria
- Associar as questões ao conceito de simbiose industrial
  - Separar algumas questões
  - Ressaltar o conceito de compartilhamento de subprodutos entre empresas do EIP

## Metodologia

### Atualização do formulário

#### Associar as questões ao conceito de simbiose industrial

Os procedimentos de medição para obter os dados são adequados, permitindo sua reprodução e comparação

Os procedimentos de medição para obter os dados **relacionados à Simbiose Industrial** são adequados, permitindo sua reprodução e comparação

#### Separar algumas questões

O indicador mede a troca de **água, energia e subprodutos** entre empresas em um parque eco-industrial, representando corretamente a simbiose industrial

- O indicador é capaz de medir a troca de **subprodutos** entre as empresa do parque eco-industrial
- O indicador é capaz de medir a troca **de água e energia** entre as empresas do parque eco-industrial

#### Ressaltar o conceito de compartilhamento de subprodutos entre empresas do EIP

O indicador considera quantidades de subprodutos **reutilizados**

O indicador considera quantidades de subprodutos **gerados pelas empresas e que são reaproveitados como matéria-prima por outras empresas do parque eco-industrial**

# Metodologia

Atualização do formulário

## Questionnaire to evaluate indicators of Industrial Symbiosis

Before starting to answer the questionnaire, make sure you have read the Indicator Report of the Industrial Symbiosis Indicator (ISI), available on the link: <https://drive.google.com/open?id=0Bw6MZQ0W17nZzU1X0I4ZmQ4VVEG>

The questionnaire aims to evaluate indicators that measure the Industrial Symbiosis. This form is being applied specifically on the ISI evaluation.

The objective of the evaluation of the ISI is to contribute to the evolution of the indicator itself, making it more reliable and robust for practical applications in real cases. This evaluation also contributes to the development of the area of indicators for the measurement of Industrial Symbiosis, since it was not identified an indicator that is being applied in practice and no indicator is consensus in the academic area.

The evaluation is carried out through the experts judgment using specific criteria divided into 3 classes: Conceptual coherence, Operational coherence, and Utility.

The criteria are in the form of statements, the evaluator should verify if each of the statements is consistent with the indicator that is being evaluated through a five-level scale (Likert scale):

- 1 - Totally disagree
- 2 - Disagree
- 3 - Neither disagree nor agree
- 4 - Agree
- 5 - Totally agree

### Conceptual coherence \*

The Conceptual coherence determines the relationship between the indicator and the object of measurement, in this case the Industrial Symbiosis. It aims to verify if the indicator is scientifically designed.

|  | Totally disagree      | Disagree              | Neither disagree nor agree | Agree                 | Totally agree         |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| The indicator is able to measure the exchange of by-products among the companies in the Eco-Industrial Park.   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| The indicator is able to measure the exchange of water and energy among the companies in the Eco-Industrial Park.  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| The indicator evaluates the different by-products generated according to their potential of environmental impact.  | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| The indicator considers amounts of by-products generated by the companies that are reused as raw material by other companies in the Eco-Industrial Park. In a direct way*. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| The indicator considers amounts of by-products generated by the companies that are not shared with other companies in the Eco-Industrial Park, being discarded.            | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

\*The indicator is able to record directly the by-products that are reused, rather than, for example, quantify them by the decrease in the use of virgin raw material

### Comments on your evaluations of the Conceptual coherence criteria

This space is intended for comments on your evaluations. The comments are optional, but they are of great importance for us, especially the questions selected as "disagree" or "totally disagree", or even if there are some questions that you had difficulty in answer.

Your answer

## Resultados

- Formulário online
  - 20 questões (critérios) – 15 antes
    - 5 de coerência conceitual – 4 antes
    - 7 de coerência operacional – 6 antes
    - 8 de utilidade – 5 antes
  - Espaço para comentários sobre as avaliações
    - Caso seja necessário utilizar outras rodadas de respostas de acordo com a técnica *Delphi*

## Conclusões

- Questionário de avaliação com preenchimento simples
- Pode ser respondido sem a necessidade de haver um aplicador presente
- Embora a avaliação assistida tenha sido conduzida com base no ISI, pode ser utilizado com outros indicadores de simbiose industrial
- O questionário já foi validado por um especialista em indicadores, apontando um nível de maturidade apto para a aplicação com outros especialistas



## Próximos Passos

- Selecionar e contatar especialistas para responderem ao questionário de avaliação do ISI
- Compilar as respostas

## Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo apoio financeiro

## Referências Bibliográficas

- BOCKSTALLER, C.; GIRARDIN, P. 2003. How to validate environmental indicators .Agricultural Systems, v. 76, n. 2, p. 639-653.
- CHERTOW, M.R.; ASHTON, W.; ESPINOSA, J.C. 2008. Industrial symbiosis in Puerto Rico: environmentally e related agglomeration economies. Regional Studies, v. 42, n. 10, p. 1299-1312.
- FELICIO, M.; AMARAL, D.; ESPOSTO, K.; DURANY, X. G. 2016. Industrial symbiosis indicators to manage eco-industrial parks as dynamic systems. Journal of Cleaner Production, v. 118, p. 54-64.
- HARDY, C.; GRAEDEL, T.E. 2002. Industrial ecosystems as food webs. Journal of Industrial Ecology, vol. 6, n. 1, pp. 29-38.
- INDIGO DEVELOPMENT. Eco-industrial parks (EIP). 2006. Disponível em: <<http://www.indigodev.com/Ecoparks.html>>. Acessado em Outubro/2016
- MANTESE, G. C.; PIERE, B. A. de; AMARAL, D. C. 2016. A Procedure to Validate Industrial Symbiosis Indicators Combining Conceptual and Empirical Validation Methods. In: Proceedings of the 23rd ISPE Inc. International Conference on Transdisciplinary Engineering, Parana, Curitiba, October 3–7, 2016.IOS Press.p. 166-175.
- MANTESE, G. C.; AMARAL, D. C. 2016. Identification and comparison of performance indicators for measuring industrial symbiosis. Revista Produção Online, v. 16, n. 4, p. 1329-1348.
- MANTESE, G. C.; AMARAL, D. C. 2017. Comparison of industrial symbiosis indicators through agent-based modeling. Journal of Cleaner Production, v.140, p. 1652-1671.
- RIGBY, D., WOODHOUSE, P., YOUNG, T., BURTON, M. 2001. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice.Ecological Economics, v. 39, n. 3, p. 463-478.
- TIEJUN, D. 2010. Two quantitative indices for the planning and evaluation of eco-industrial parks.Resources, ConservationandRecycling, vol. 54, n. 7, pp. 442-448.
- PARK, H. S.; BEHERA, S. K. 2014. Methodological aspects of applying eco-efficiency indicators to industrial symbiosis networks. Journal of Cleaner Production, v. 64, p. 478-485.
- TROKANAS, N.; CECELIA, F.; RAAFAT, T. 2015. Semantic Approach for Pre-assessment of Environmental Indicators in Industrial Symbiosis. Journal of Cleaner Production, v. 96, n. 34, p. 349-361,
- WEN, Z.; MENG, X. 2015. Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: a case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District. Journal of Cleaner Production, v. 90, p. 211-219.
- ZHOU, L.; HU, S.; LI, Y.; JIN, Y.; ZHANG, X. 2012. Modeling and Optimization of a Coal-Chemical Eco-industrial System in China. Journal of Industrial Ecology, v. 16, n. 1, p. 105-118.

## Perguntas

