

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Escola Politécnica

**Ecologia Industrial:**  
**Avaliação do Ecopolo Industrial**  
**de Santa Cruz, no Rio de Janeiro**

Renata Hamilton de Ruiz

2013



Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  
Escola Politécnica

## **Ecologia Industrial: Avaliação do Ecopolo Industrial de Santa Cruz, no Rio de Janeiro**

Renata Hamilton de Ruiz

Projeto de monografia apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientado por:

Prof. Alessandra Magrini, D.Sc (PPE/COPPE/UFRJ)

Lilian Bechara Elabras Veiga, D.Sc (PPE/COPPE/UFRJ)

Rio de Janeiro

Abril de 2013

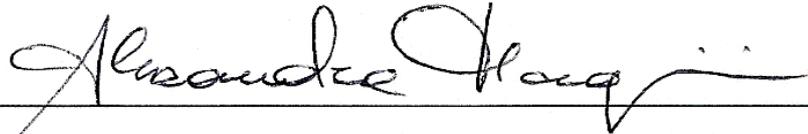
## **Ecologia Industrial:**

### **Avaliação do Ecopolo Industrial de Santa Cruz, no Rio de Janeiro**

Renata Hamilton de Ruiz

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO EXIGÊNCIA PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO AMBIENTAL.

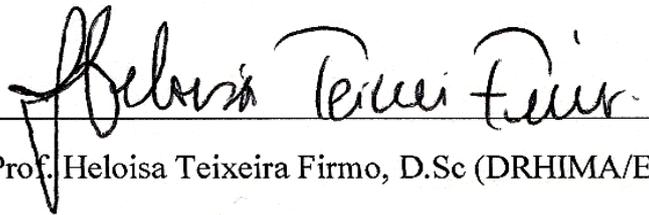
Aprovado por:



Prof. Alessandra Magrini, D.Sc (PPE/COPPE/UFRJ)



Lilian Bechara Elabras Veiga, D.Sc (PPE/COPPE/UFRJ)



Prof. Heloisa Teixeira Firmo, D.Sc (DRHIMA/EP/UFRJ)

Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Abril de 2013

## FICHA CATALOGRÁFICA

RUIZ, RENATA HAMILTON DE

Ecologia Industrial: Avaliação do Ecopolo Industrial de Santa Cruz, no Rio de Janeiro / Renata Hamilton de Ruiz – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2013.

XIII, 73 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Alessandra Magrini, Lilian Bechara Elabras Veiga

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica

Curso de Engenharia Ambiental, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 59-63.

1. Ecologia Industrial 2. Simbiose Industrial 3. Parque Ecológico Industrial 4. Ecopolo Industrial de Santa Cruz

I. Alessandra Magrini II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Ambiental III. Título

*Aos meus pais.*

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria primeiramente de agradecer a professora Alessandra Magrini e a Lilian Veiga por todo o apoio e compreensão. Sem sua ajuda não teria sido possível superar esta etapa.

Agradeço ao LINCA e a todos os pesquisadores.

Agradecimentos especiais ao Fernando Ribeiro pela orientação e paciência ao longo de toda minha graduação e ao Romildo Toledo por me introduzir no mundo da pesquisa.

Obrigado pela força, Aline Lessa, Carolina Peleteiro, Gabriela Felix, Hugo Azevedo, Lea Piumbim e Maria Alice Rocha. Vocês foram a melhor parte da faculdade.

Obrigado aos meus pais, Wanda Susana Hamilton e Ricardo Muniz de Ruiz por estarem sempre ao meu lado. Aos meus avôs Pablo Ruiz e Mario Hamilton, que com certeza me acompanham aonde quer que estejam. Às minhas avós Aparecida Muniz e Susana Badino. Obrigado à Lucy e a todos os amigos que me incentivaram.

*Todos estes que aí estão  
Atravancando o meu caminho,  
Eles passarão.  
Eu passarinho!*

Mario Quintana

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

**Ecologia Industrial: Avaliação do Ecopolo Industrial  
de Santa Cruz, no Rio de Janeiro**

Renata Hamilton de Ruiz

Abril de 2013

Orientadora: Alessandra Magrini, D.Sc.

Co-orientadora: Lilian Bechara Elabras Veiga

A Ecologia Industrial vem se desenvolvendo desde a década de 1980 como uma nova visão da produção que busca reduzir os impactos ambientais causados pelas indústrias e ao mesmo tempo possibilitar o crescimento econômico. Isso se dá através da colaboração entre as diferentes organizações, envolvendo trocas de bens tangíveis e intangíveis.

O presente trabalho busca promover e divulgar os conceitos de Ecologia Industrial, bem como de seus principais instrumentos de aplicação, a Simbiose Industrial e os Parques Industriais Ecológicos. Como o Brasil encontra-se em um processo de crescimento econômico com uma série de fatores favorecendo o desenvolvimento do país, acredita-se que estes conceitos apresentados devem ganhar visibilidade e se tornarem uma alternativa para que o crescimento econômico do país não represente aumento dos impactos causados ao meio ambiente

No trabalho apresentados casos bem sucedidos de Parques Industriais Ecológicos no mundo, um na Dinamarca e outro na China, como uma forma de incentivar a implantação destes no Brasil. A seguir, avalia-se as ações até então colocadas em prática no Ecopolo Industrial de Santa Cruz e verificar se este é de fato um Parque Industrial Ecológico.

*Palavras-chave:* Ecologia Industrial, Simbiose Industrial, Parque Ecológico Industrial, Ecopolo Industrial de Santa Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.

Abstract of the Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Environmental Engineer.

**Industrial Ecology: Evaluation of the Ecoindustrial  
Park of Santa Cruz, Rio de Janeiro, Brasil**

Renata Hamilton de Ruiz

April, 2013

Advisor: Alessandra Magrini, D.Sc.

Co-advisor: Lilian Bechara Elabras Veiga

Industrial Ecology was developed in the 1980s as a new vision of production management that aims to reduce the environmental impacts caused by industries and at the same time allows economic growth. This is achieved through collaboration between different organizations, involving exchanges of physical and intangible goods.

The present study seeks to promote and spread the concepts of Industrial Ecology, as well as its instruments: Industrial Symbiosis and Eco-industrial Parks. Since Brazil is growing economically in last years, it is believed that these concepts should gain visibility and become an alternative so that the country's economic growth does not represent an increase of the environmental impacts.

Two successful case studies of Eco-industrial Parks in the world, one in Denmark and one in China, are presented as a way to encourage the establishment of such industrial districts in Brazil. Then, the actions put into practice in the so called Eco-industrial Park in Santa Cruz, Rio de Janeiro, Brasil, are evaluated and it is verified whether this is indeed an Eco-industrial Park or not.

*Key words:* Industrial Ecology, Industrial Symbiosis, Eco-industrial Park, Ecoindustrial Park of Santa Cruz, Rio de Janeiro, Brazil.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	X
LISTA DE TABELAS .....	XI
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	XII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Justificativa.....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Metodologia.....	2
1.4. Estrutura .....	3
2. ECOLOGIA INDUSTRIAL.....	5
2.1. Conceitos da Ecologia Industrial .....	8
2.2. Principais Instrumentos.....	11
2.2.1. Simbiose Industrial (SI) .....	11
2.2.2. Parques Industriais Ecológicos (PIEs).....	17
3. INICIATIVAS INTERNACIONAIS DE PIES E SIS .....	24
3.1. Estudos de Caso.....	28
3.1.1. Kalundborg, Dinamarca.....	28
3.1.2. TEDA, China .....	33
4. O DISTRITO INDUSTRIAL DE SANTA CRUZ .....	39
4.1. Iniciativas de EI no Estado do RJ e a Implantação do Ecopolo de Santa Cruz.....	43
4.2. A Evolução do Ecopolo de Santa Cruz.....	46
4.3. Contexto atual.....	48
5. CONCLUSÕES.....	55
5.1. Recomendações para Estudos Futuros.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXO I – DECRETO ESTADUAL 31.339/2002 – PROJETO RIO ECOPOLO .....	64
ANEXO II – DECRETO ESTADUAL 33.992/2003 – PROJETO RIO ECOPOLO.....	70

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre tecnosfera e biosfera como elementos distintos. ....	7
Figura 2 - Sistema industrial ideal no âmbito da Ecologia Industrial. ....	7
Figura 3 – Representação esquemática diferenciando SI e PIE.....	18
Figura 4 – Mapa da Dinamarca com o município de Kalundborg em destaque. ....	29
Figura 5 - Simbiose industrial em Kalundborg.....	33
Figura 6 - Localização da TEDA e suas sub-zonas.....	34
Figura 7 - Trocas simbióticas associadas ao setor serviço público. ....	37
Figura 8 - Evolução das relações de troca na TEDA. ....	38
Figura 9 - Município do Rio de Janeiro com Santa Cruz em destaque. ....	40
Figura 10 - Empresas participantes da AEDIN. ....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fatores que influenciam o desenvolvimento e características operacionais de redes de SI.....	13
Tabela 2 - Cronologia de desenvolvimento do PIE de Kalundborg.....	30
Tabela 3 - Cronologia de desenvolvimento da TEDA.....	35
Tabela 4 – Primeiros ecopolos lançados no Estado do Rio de Janeiro.....	45
Tabela 5 - Cronograma de Evolução do DISC.....	48
Tabela 6 - Algumas das iniciativas pertinentes à Ecologia Industrial.....	50
Tabela 7 - Resumo das características dos PIEs apresentados.....	57

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

**ASSECAMPE** – Associação das Empresas de Campos Elíseos / Duque de Caxias – RJ/Brasil

**AEDIN** – Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz e Adjacências

**ASDIN** – Associação das Empresas da Fazenda Botafogo

**BPS** – *by-product synergy* – sinergia entre subprodutos – México

**CODIN** – Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro - Brasil

**DISC** – Distrito Industrial de Santa Cruz

**EPB** – *Environmental Protection Bureau* (Departamento de Proteção Ambiental) – TEDA/China

**EI** – Ecologia Industrial

**EPA** – *Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental) – EUA

**FEEMA** – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente – RJ/Brasil

**FIRJAN** – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro – RJ/Brasil

**FUNDES** – Fundo de Desenvolvimento Econômico Social – Brasil

**ICMS** – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – Brasil

**IISWM** – *Integrated Industrial Solid Waste Management project* (projeto de gestão integrada de resíduos sólidos industriais) – Egito

**INEA** – Instituto Estadual do Ambiente – RJ/Brasil

**ISO** – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização)

**MIT** – *Massachusetts Institute of Technology* – EUA

**NECSA** – *Nuclear Energy Corporation of South Africa* (Corporação de Energia Nuclear da África do Sul) – África do Sul

**NISP** – *National Industrial Symbiosis Program* – Programa Nacional de Simbiose Industrial – Reino Unido

**PCSD** – *President's Council on Sustainable Development* (Conselho Presidencial sobre Desenvolvimento Sustentável) – EUA

**PIE** – Parque Industrial Ecológico

**SEPA** – *State Environmental Protection Administration* (Agência de Proteção Ambiental) – China

**SGA** – Sistema de Gerenciamento Ambiental – Brasil

**SI** – Sinergia Industrial

**SESMT** – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho

**TEDA** – *Tianjin Economic-Technological Development Area* (Área de Desenvolvimento Econômico-tecnológico de Tianjin) – China

**UE** – União Europeia

**ZEI** – Zonas de Uso Estritamente Industriais

**ZUD** – Zonas de Uso Diversificado

**ZUPI** – Zonas de Uso Predominantemente Industrial

## **1. INTRODUÇÃO**

O conceito de Ecologia Industrial vem se desenvolvendo desde a década de 1980 como uma forma de produção que reduz os impactos causados ao meio ambiente pelas indústrias.

Este consiste na colaboração entre diferentes indústrias, buscando, através de trocas de bens tangíveis e intangíveis, uma redução dos impactos ambientais, que possibilite também o crescimento econômico.

Acredita-se que com a aplicação dos conceitos de Ecologia Industrial é possível reduzir a extração de recursos naturais do planeta ao se reutilizar subprodutos indesejados gerados nos processos produtivos como matéria-prima em outros processos. Isto causaria consequentemente a redução da poluição gerada.

### **1.1. Justificativa**

Atualmente, o Brasil encontra-se em um processo de crescimento econômico que destoa do resto do mundo, que ainda sofre com a crise econômica de 2008. Há uma série de fatores que favorecem o desenvolvimento do país, como uma democracia consolidada, estabilidade de preços, crescente participação e influência na economia global, ampla oportunidade de investimentos em infraestrutura e um mercado consumidor em expansão [CNI, 2010].

Uma das estratégias para garantir o crescimento do país é a instalação de novas indústrias. Para que este crescimento econômico não represente aumento dos impactos causados ao meio ambiente, acredita-se que os conceitos de Ecologia Industrial, e de seus instrumentos, a Simbiose Industrial e os Parques Industriais Ecológicos, devem ganhar visibilidade e se tornarem temas mais recorrentes em pesquisas e estudos científicos.

O Distrito Industrial de Santa Cruz foi o primeiro a ser chamado de “Ecopolo” no país, numa iniciativa pioneira do governo do Estado do Rio de Janeiro em associação

com a AEDIN (Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz e Adjacências) em 2002. Esperava-se que, desde então, houvesse se criado uma rede de trocas e relações entre as indústrias nele instaladas, porém percebe-se que pouco se tem feito no sentido de aumentar a colaboração entre essas empresas.

Faz-se, portanto, necessário o estudo das conjunturas atuais do Distrito Industrial de Santa Cruz à procura de possíveis causas que dificultem o desenvolvimento destas relações.

## **1.2. Objetivos**

O presente trabalho busca promover e divulgar os conceitos de Ecologia Industrial, e seus principais instrumentos, a Simbiose Industrial e os Parques Industriais Ecológicos.

São apresentados casos bem sucedidos de Parques Industriais Ecológicos no mundo, um na Dinamarca e outro na China, como uma forma de incentivar a implantação destes no Brasil.

Procura-se também avaliar as ações colocadas em prática no Distrito Industrial de Santa Cruz até a presente data, e verificar se este é de fato um Parque Industrial Ecológico.

## **1.3. Metodologia**

A metodologia para o desenvolvimento dessa monografia seguiu consecutivamente as etapas de:

- 1) Revisão bibliográfica acerca do que já foi publicado na área de Ecologia Industrial.
- 2) Conceituação de seus instrumentos.
- 3) Verificação do estado da arte da aplicação destes conceitos na prática em diferentes países.

- 4) Escolha do objeto de estudo (Distrito Industrial de Santa Cruz).
- 5) Entrevista com membro da AEDIN (Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz e Adjacências) para obtenção de dados.
- 6) Avaliação de casos de sucesso de Parques Industriais Ecológicos em países desenvolvidos e em desenvolvimento.
- 7) Comparação entre os casos estudados.
- 8) Elaboração das conclusões e recomendações para futuros trabalhos.

#### **1.4. Estrutura**

A organização deste trabalho foi realizada da seguinte maneira:

Neste primeiro capítulo introdutório foi feita uma apresentação breve do tema e de sua relevância no contexto de industrialização e crescimento no qual o Brasil se encontra. Ainda no primeiro capítulo foram expostos objetivo, justificativa e metodologia para o desenvolvimento deste estudo.

No segundo capítulo é apresentado detalhadamente o conceito de Ecologia Industrial, bem como sua evolução histórica e relevância para a sociedade atual. São explanados seus principais elementos, princípios e vantagens ambientais, econômicas e sociais, portanto, sua importância para o desenvolvimento sustentável. Em seguida, são apresentados com mais detalhes dois instrumentos que buscam inserir nos sistemas industriais os princípios da Ecologia Industrial: a Simbiose Industrial (SI) e os Parques Industriais Ecológicos (PIEs).

O terceiro capítulo dedica-se a apresentação de um panorama das iniciativas internacionais ao redor do mundo, citando algumas das políticas referentes à Ecologia Industrial existentes em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Dois estudos de caso de Parques Ecológicos Industriais são apresentados com o objetivo de estabelecer uma comparação entre o caso brasileiro e o internacional. Espera-se que o conhecimento destes casos de sucesso sirva como uma inspiração para a aplicação mais ampla destes conceitos no Brasil.

Finalmente, no quarto capítulo é apresentado o Distrito Industrial de Santa Cruz. É estudado o contexto no qual se implantou o PIE de Santa Cruz e é feita uma avaliação das ações postas em prática até então.

O quinto capítulo dedica-se à comparação do caso nacional com os casos internacionais em busca de justificativas para o avanço lento que se comprova no PIE de Santa Cruz. São feitas algumas suposições e apresentadas recomendações para trabalhos futuros.

É importante ressaltar que parte das informações levantadas sobre o Distrito Industrial de Santa Cruz foram obtidas com um funcionário de uma das empresas associadas à AEDIN, sendo, portanto, impossível citar suas fontes. Foram fornecidos documentos de circulação interna e foi pedido o sigilo.

## 2. ECOLOGIA INDUSTRIAL

Desde a Revolução Industrial ocorrida no século XVIII, os impactos ambientais negativos causados pela espécie humana vêm se tornando cada vez maiores [JELINSKI *et al.*, 1992], até ultrapassarem a capacidade de carga do planeta e causarem consequências de escala global.

Durante séculos, a poluição foi vista como indicativo positivo da economia, ou seja, não se concebia a possibilidade de desenvolvimento econômico sem crescimento industrial e a consequente emissão de poluentes. Apenas a partir da década de 1970, começou-se a questionar este paradigma, especialmente após a publicação do livro “Os Limites do Crescimento”, em 1972, comissionado pelo Clube de Roma e elaborado por pesquisadores do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), nos EUA. Este livro avaliou possíveis cenários futuros envolvendo cinco variáveis (crescimento da população mundial, industrialização, poluição, produção de alimentos e esgotamento de recursos) e chegou à conclusão de que, caso as nações continuassem seguindo o mesmo modelo de crescimento utilizado até então, os recursos naturais se esgotariam e o mundo entraria em colapso. O paradigma corrente de industrialização começa a ser questionado e novas propostas começam a surgir.

Uma das novas concepções de industrialização começou a se formar a partir de 1989, quando Robert Ayres, físico e economista americano, desenvolveu o conceito de *metabolismo industrial* [GARNER, 1995]. Fazendo uma analogia entre indústrias e organismos vivos, o metabolismo industrial abrange a totalidade de fluxos materiais e energéticos através de um sistema industrial [ERKMAN, 1997]. Através do balanço de massa destes fluxos, é possível quantificar as entradas (*input*) e saídas (*output*) após as transformações feitas durante o processo produtivo [VEIGA, 2007], o que seria o passo inicial para identificar processos ineficientes geradores de resíduos e emissões poluentes e seus impactos negativos nos ambientes naturais [GARNER, 1995].

O termo “*Ecologia Industrial*” foi apresentado neste mesmo ano, por Robert Frosch e Nicholas Gallopoulos, em seu artigo “*Strategies for Manufacturing*”. Com esta nova visão, os sistemas industriais passam a ser comparados com os sistemas biológicos naturais, de modo que um sistema industrial ideal seria aquele no qual não há geração de resíduos decorrentes do processo produtivo, uma vez que estes seriam de alguma forma tratados e reintroduzidos no ciclo produtivo como matéria prima para outras

indústrias em seus próprios processos. O uso de energia e materiais seria otimizado e cada coproduto gerado seria tratado e teria valor econômico, garantindo que poderia ser comercializado e usado por outros processos industriais, reduzindo a geração de resíduos e poluição, assim como a extração de matérias primas, o que causaria, conseqüentemente, a redução dos impactos ao meio ambiente [GARNER, 1995].

A Ecologia Industrial busca entender o funcionamento do sistema industrial, para depois determinar como o sistema industrial pode ser reestruturado para assemelhar-se a um sistema natural [VEIGA, 2007]. Antes deste conceito, os sistemas industriais eram vistos como uma parte separada da biosfera. Esta era responsável por fornecer todos os insumos necessários e receber todos os rejeitos gerados pela tecnosfera. As medidas mitigadoras buscavam apenas minimizar os impactos ambientais negativos e eram aplicadas diretamente na biosfera, ou seja, “fora” dos limites das indústrias (Figura 1). Esta abordagem, chamada *end-of-pipe*, era a principal adotada por ecologistas no início dos anos 1950, e tinha seu foco em tratar os poluentes depois de gerados, sem alterar o processo produtivo [ERKMAN, 1997]. Com a Ecologia Industrial, as indústrias passam a ser consideradas como parte da biosfera, ou seja, para prevenir os impactos ambientais, é necessário prevenir a geração dos resíduos, o que só é possível interferindo diretamente no processo produtivo (*in-plant-design*) e otimizando o ciclo dos materiais, desde a extração da matéria prima até a disposição final. O esquema ideal de produção de acordo com a Ecologia Industrial é mostrado na Figura 2. Sua principal característica é que a produção não implica na geração de rejeitos, o que, na prática, é um ideal impossível de ser alcançado, pois por mais que os resíduos sejam tratados e reutilizados, eventualmente haverá algum subproduto resultante do tratamento que não poderá ser reintroduzido no processo produtivo. É possível, entretanto, reduzir ao máximo a geração destes rejeitos.

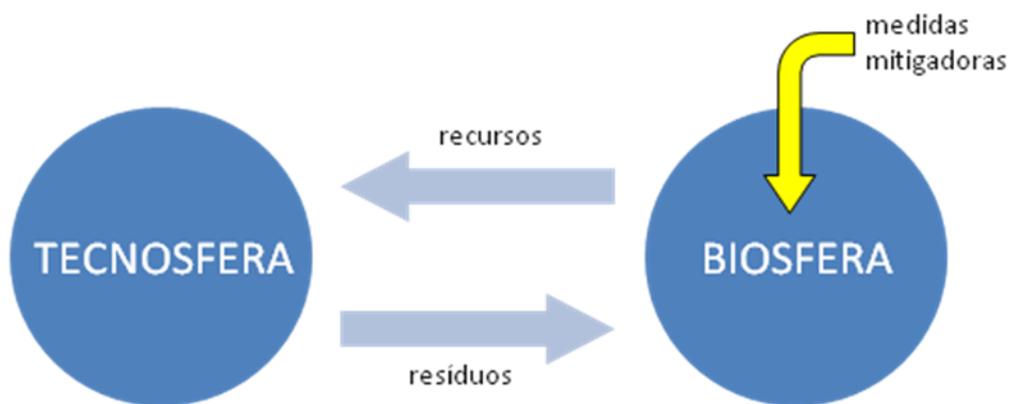


Figura 1 - Relação entre tecnosfera e biosfera como elementos distintos.

Elaboração própria.

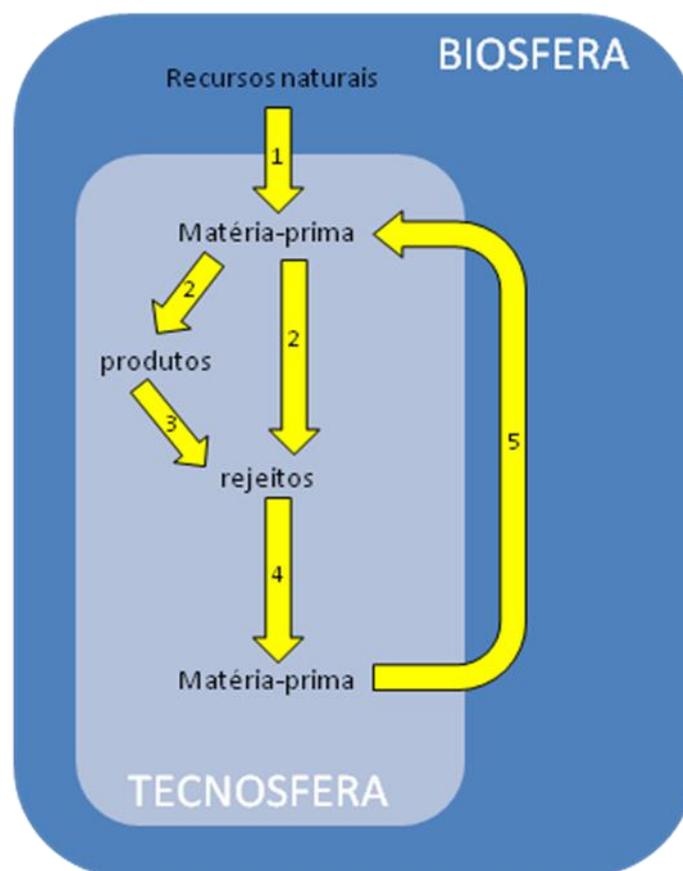


Figura 2 - Sistema industrial ideal no âmbito da Ecologia Industrial.

Obs.: No sistema industrial ideal não há geração de resíduos, todos eles são tratados e reutilizados. As setas amarelas representam diferentes processos: 1 – extração; 2 – transformações; 3 – uso; 4 – tratamento e reciclagem; 5 – reuso.

Elaboração própria.

Em 1991, o conceito de Ecologia Industrial foi firmado como novo campo de estudos através do Colóquio sobre Ecologia Industrial, organizado pela *National Academy of Sciences* dos Estados Unidos [JELINSKI, 1992]. Em 1997, foi fundado o *Journal of Industrial Ecology*, publicado anualmente pela Universidade de Yale que, em 2001, fundou a *International Society for Industrial Ecology*, que busca promover a Ecologia Industrial, através de conferências, além de incentivar suas aplicações práticas. O tema tem sido estudado em diversas universidades e instituições, entre elas, a EPA/EUA (*Environmental Protection Agency* dos EUA).

A quantidade de artigos teóricos que se referem ao tema é relativamente pequena, pois trabalhos mais recentes no campo dão maior atenção à aplicação prática dos conceitos apresentados e estudos de caso. Dois destes casos serão apresentados no capítulo 3, “**Iniciativas Internacionais de PIEs e SIs**”, visando estabelecer uma comparação com o Ecopolo de Santa Cruz/RJ, objeto deste trabalho.

## **2.1. Conceitos da Ecologia Industrial**

Diversos são os autores que já trataram do tema, entretanto, é difícil chegar a uma definição padronizada. Muitos autores ainda confundem os conceitos de ecologia e metabolismo industrial, e, segundo Erkman [2001], a Ecologia Industrial vai além: primeiro, busca entender como o sistema industrial funciona e quais são suas interações com a biosfera e, depois, determina de que forma este pode ser reestruturado para torná-lo compatível com o funcionamento dos ecossistemas naturais. Os autores concordam, porém, com três elementos centrais [ERKMAN, 1997]:

1. É uma visão sistêmica e integrada de todos os componentes da economia industrial e suas relações com a biosfera.
2. Tem foco nos complexos fluxos de material para dentro e fora do sistema industrial e como estes afetam as atividades humanas, ao contrário das abordagens convencionais que consideram a economia apenas em termos de unidades monetárias.

3. Considera as evoluções tecnológicas a longo prazo como um elemento crucial, mas não exclusivo, para a transição do sistema industrial insustentável para um ecossistema industrial viável.

Portanto, a Ecologia Industrial se utiliza de uma visão mais holística, inserindo o sistema industrial num contexto mais amplo, e avaliando as consequências a longo prazo, enquanto as abordagens tradicionais de gestão ambiental focam apenas em processos individuais ou em unidades industriais isoladas [GERTLER, 1995].

Os princípios da Ecologia Industrial foram definidos por Lowe [2001] e envolvem:

- inserção e integração de indústrias individuais num ecossistema industrial, no qual a matéria percorre ciclos fechados, através de mecanismos de reciclagem e reuso; a geração de resíduos é minimizada e a eficiência energética e material maximizada;
- equilíbrio da produção, suas entradas e saídas, com a capacidade de resiliência do ecossistema natural, evitando grandes impactos ambientais;
- reengenharia de processos, substituição de tecnologias, alteração do design de produto e “desmaterialização” (produzir mais com menos), buscando redução do consumo de energia e materiais;
- alinhamento da política empresarial atual com perspectivas de longo prazo da evolução do sistema industrial;
- consciência das condições sociais e necessidades econômicas das comunidades locais, favorecendo os comércios locais, dando oportunidades de emprego, mitigando os impactos da atividade industrial.

As vantagens ambientais diretas advindas da aplicação da Ecologia Industrial são a redução da geração de poluentes líquidos, sólidos e gasosos, redução do volume de resíduos não recicláveis, diminuindo a pressão sobre aterros sanitários e o consumo de recursos naturais, já que estes resíduos serão reutilizados, e aumento da eficiência energética [GERTLER, 1995]. Além disso, pode ser criado um novo mercado em torno do comércio desses rejeitos, o que já vem acontecendo através das Bolsas de Resíduos, nas quais as empresas locais podem “divulgar e buscar informações sobre resíduos

disponíveis, conciliando ganhos econômicos e benefícios ambientais” [FIRJAN]. Além disso, há mais uma vantagem econômica na aplicação desses princípios, pois o uso eficiente dos recursos traz economia financeira. O último princípio citado engloba o terceiro pilar da sustentabilidade e diz que as indústrias devem ter responsabilidade social. Ao combinar esses três aspectos (ambiental, econômico e social), a Ecologia Industrial representa o primeiro passo em direção ao desenvolvimento sustentável.

A aplicação da Ecologia Industrial pode ter seu foco em diferentes escalas, desde que leve em consideração os fluxos materiais e energéticos através de um processo produtivo e as relações entre eles e deles com o contexto em que estão inseridos. Pode, portanto, ser aplicada tanto em microescala (dentro de uma única indústria), quanto em nível local (entre diferentes indústrias) ou em níveis regional ou global [CHERTOW, 2000].

Algumas ferramentas que podem ser adotadas na microescala (dentro da própria indústria) são a Prevenção da Poluição, a Produção mais Limpa, o Projeto para o Meio Ambiente e a Contabilidade Verde. Em nível local, entre indústrias, pode-se mencionar Simbiose Industrial, Parques Industriais Ecológicos e algumas iniciativas setoriais, como o Programa de Atuação Responsável, entre outros. Quanto aos níveis regional e global, pode-se utilizar a Análise do Fluxo de Materiais e Energia, Planejamento Estratégico Institucional, Planos de Desenvolvimento Regional ou Nacional e Avaliação Ambiental Estratégica [VEIGA, 2007].

Muitas vezes, porém, a prática da Ecologia Industrial é executada através de ações não coordenadas baseadas em seus princípios, e não exatamente através de seus instrumentos. Isso porque a Ecologia Industrial assume um papel mais teórico que vai além de sua aplicação, representando um novo campo de pesquisa que busca conduzir a sociedade industrial atual a um novo paradigma de produção e gestão ambiental, adaptando políticas e legislações ambientais, adequando o gerenciamento de resíduos industriais, fazendo uso eficiente dos recursos naturais. Contudo, a instrumentalização deste processo, sempre que possível, é bem-vinda no sentido de agilizar a busca pela concretização de iniciativas que garantam o cumprimento do seu objetivo, que é a promoção de uma sociedade sustentável [FRAGOMENI, 2005].

## 2.2. Principais Instrumentos

Nos itens a seguir serão apresentados com mais detalhes dois instrumentos que buscam inserir nos sistemas industriais os princípios da Ecologia Industrial: a Simbiose Industrial (SI) e os Parques Industriais Ecológicos (PIEs).

### 2.2.1. Simbiose Industrial (SI)

O conceito de “simbiose” também passou a ser usado em outro contexto a partir da década de 80, após o surgimento da Ecologia Industrial. Originalmente, o termo refere-se às relações entre duas ou mais espécies diferentes na natureza, que realizam trocas de matéria, energia, ou ‘serviços’, como proteção e limpeza (aves que retiram parasitas da pele de mamíferos, por exemplo). A Simbiose Industrial, por sua vez, é uma ferramenta de aplicação da Ecologia Industrial em nível local e refere-se à relação entre diferentes indústrias e organizações fisicamente próximas. Seu maior foco está no fechamento dos ciclos materiais, usando resíduos de uma instalação como uma entrada alternativa para outra instalação. [BERKEL *et al.*, 2008]. Uma das definições mais usadas [LOMBARDI e LAYBOURN, 2012] é a dada por Chertow, no artigo “*Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy*” de 2000:

*“A simbiose industrial aproxima indústrias, originalmente separadas, em uma abordagem coletiva visando ampliar as vantagens competitivas de cada uma. Envolve troca física de materiais, energia, água, e/ou subprodutos. As chaves para a simbiose industrial são a colaboração e as possibilidades de sinergia oferecidas pela proximidade geográfica.”*

A Simbiose Industrial, portanto, busca potenciais de melhoria presentes nas interfaces inter-organizacionais, através de interações colaborativas entre as atividades, que em sua maioria se dão com proximidade física entre si.

Teias de relações sinérgicas emergentes dentro das redes podem permitir a melhoria da eficiência e eficácia com as quais os recursos e estruturas são utilizados em

todo o conjunto, indo além do que poderia ser alcançado pela busca de melhorias em cada unidade individual [MIRATA, 2004].

Inicialmente, o principal objetivo na aplicação da SI era o benefício econômico das indústrias envolvidas, e ao mesmo tempo o aumento de sua performance ambiental. O aspecto social, entretanto, era deixado de lado. Segundo Starlander [2003], é essencial integrar os municípios e comunidades no processo, de modo a se atingir a sustentabilidade.

A definição de Chertow [2000] considerava apenas as trocas físicas de recursos tangíveis, entretanto, atualmente, estas não se limitam apenas à troca de fatores de produção: as indústrias precisam considerar também o uso compartilhado de infraestruturas, como estações de tratamento de água e efluentes, e o intercâmbio de recursos intangíveis, como metodologias de gestão ambiental na indústria, conhecimento, etc [BERKEL, 2008].

Apesar do grande potencial de contribuir para a sustentabilidade das regiões onde aplicada, o número de exemplos de redes funcionais integradas através da Simbiose Industrial continua baixo. Isso é atribuído sobretudo ao fato de que as características de desenvolvimento e operação de redes de SI dependem da combinação adequada de diversos fatores, dentre eles, fatores técnicos, informativos, políticos, econômicos e organizacionais [MIRATA, 2004]. Alguns destes fatores são apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Fatores que influenciam o desenvolvimento e características operacionais de redes de SI.

Fatores	Elementos que constituem os fatores	Áreas de Influência
Técnicos	<p>Atributos físicos, químicos e locais dos fluxos de entradas e saídas</p> <p>Necessidades e estruturas disponíveis de gestão, logística e geração de energia, água e resíduos.</p> <p>Disponibilidade de tecnologias confiáveis e acessíveis financeiramente</p>	<p>Quantidade e diversidade de relações simbióticas</p> <p>Dimensão dos ganhos ambientais, econômicos e sociais que as sinergias podem gerar</p> <p>Dimensão dos investimentos e esforços iniciais necessários para desenvolver e manter as sinergias</p>
Políticos	<p>Políticas ambientais locais</p> <p>Natureza e implicações das leis e regulações</p> <p>Impostos, taxas, multas, subsídios e disponibilidade de crédito por parte do governo</p>	<p>Estímulo do desenvolvimento e adoção de tecnologias e práticas ambientalmente corretas</p> <p>Sinergias podem se tornar impraticáveis financeiramente</p>
Econômico-financeiros	<p>Custo de insumos, implicação econômica da geração de rejeitos e subprodutos</p> <p>Redução de custos, potenciais de geração de renda, tempo de retorno, retorno sobre investimento</p> <p>Volume do investimento inicial e custos de manutenção das sinergias</p>	<p>Extensão das vantagens econômicas e competitivas obtidas com a sinergia</p> <p>Decisão das empresas privadas</p> <p>Necessidade de obter fonte alternativa de capital, através de empréstimos.</p>
Informacionais	Resistência à divulgação de informações	Possibilidade de identificar sinergias

	Disponibilidade de informações oportunas e confiáveis direcionadas às respectivas áreas de interesse	Possibilidade de operar sinergias
	Sistemas de gerenciamento de informações que acompanham sistematicamente as dinâmicas de mudança e avaliam a conveniência e viabilidade de opções	Percepção de risco
Organizacionais	Confiança	Criação (se não já presente) do quadro institucional necessário para a colaboração
	Abertura para novas ideias	Desenvolvimento de sinergias
	Nível de interação social e proximidade intelectual	Manutenção de sinergias
	Disponibilidade local de poder decisório	
	Histórico organizacional	
	Natureza da interação entre indústrias, governo local e órgãos reguladores	

Fonte: MIRATA, 2004.

É importante ainda ressaltar a grande influência que alguns destes quesitos possuem sobre a implementação da SI:

- Informacional: empresas costumam evitar falar sobre seus processos produtivos, pois não querem dar informação aos concorrentes, nem expor possíveis desconformidades com a lei. Logo, muitas vezes, é preferível para uma empresa tomar providências individualmente do que em conjunto com outras empresas.
- Legislação: a grande motivação para indústrias buscarem reduzir os impactos ambientais decorrentes de sua produção foi o surgimento de leis ambientais que acabaram por restringir sua atuação. Naturalmente,

quanto mais restritiva a legislação local em relação aos limites de emissão, maiores serão os esforços a fim de reduzir a poluição. Entretanto, nos locais aonde na legislação prevalece uma abordagem prescritiva, na qual são definidas detalhadamente as formas de redução da poluição, a liberdade das empresas de desenvolver seus próprios métodos de redução da poluição é mais limitada. O cenário legal ideal para que se desenvolva a sinergia industrial é aquele no qual a legislação é restritiva em relação aos padrões de emissão, porém flexível em relação às formas de cumprimento da lei.

- Econômico: a simples presença de legislação ambiental não incentiva por si só os esforços industriais no sentido de reduzir a poluição, especialmente em alguns casos, como no Brasil, aonde a lei existe porém é mal aplicada, especialmente quando se trata de punir os que não a obedecem. É preciso, portanto, que haja incentivos econômicos para a aplicação da SI, pois as decisões de empresas privadas são quase sempre baseadas no lucro obtido em curto prazo. Como normalmente esta envolve algum investimento inicial, é necessário que este seja mais baixo do que encargos financeiros cobrados pelo governo caso a empresa não tomasse as devidas providências.

Quando conseguem superar estas dificuldades iniciais e trabalhar em conjunto, as empresas se esforçam juntas por um benefício coletivo maior do que a soma dos benefícios individuais que poderiam ser alcançados se atuassem isoladamente [CHERTOW, 2000]. Muitas relações interindustriais podem existir e, entretanto, não serem necessariamente consideradas como sinergia industrial. Para diferenciar as simples trocas lineares de uma rede de simbiose industrial, Chertow [2007] define que, numa simbiose industrial, pelo menos três organizações devem estar envolvidas na troca de pelo menos dois tipos diferentes de recursos.

Baseando-se principalmente nas experiências ocorridas entre os anos de 2000 e 2012, e buscando englobar alguns dos adendos já citados feitos ao longo destes anos em diversos artigos, Lombardi e Laybourn [2012] atualizam a definição de Simbiose Industrial para adaptá-la ao contexto atual:

*“A Simbiose Industrial envolve organizações diversas unidas através de uma rede visando promover inovação ecológica e mudança cultural a longo prazo. A criação e o compartilhamento de conhecimento através da rede geram transações mutuamente rentáveis para o fornecimento de insumos necessários, destinações finais que agreguem valor aos subprodutos, melhorias empresariais e nos processos técnicos.”*

Esta nova definição expande a anterior ampliando a aplicação do conceito para todos os tipos de organização, não somente indústrias. Desta forma, empresas prestadoras de serviços, como transportadoras ou empresas responsáveis pela gestão de resíduos podem fazer parte da rede.

O termo “transações” expande o conceito para além das trocas físicas de materiais. O foco passa a ser em bens intangíveis: a troca de conhecimento ganha importância e a articulação das empresas é vista como uma forma não só de melhoria de processos, mas de aumentar o poder de diálogo com o setor público e demais *stakeholders*. Acredita-se que estas transações levem a uma mudança na própria cultura organizacional das empresas, fazendo com que fiquem mais abertas para novas oportunidades e mais eficientes nos seus processos internos [ASHTON, 2008]. Por ir além do tangível, a proximidade física entre as entidades perde grande parte de sua importância nesta nova conceituação.

Naturalmente, as trocas físicas de insumos continuam sendo parte importante do conceito de Simbiose Industrial. Ao se destacar o “fornecimento de insumos” e “destinação final que agregue valor”, pretende-se explicitar as possibilidades de economia por trás das relações sinérgicas, referindo-se a obtenção de insumos mais baratos resultantes do tratamento de algum rejeito em vez da extração da natureza, e do valor que pode ser agregado aos subprodutos que geralmente representariam um custo de disposição e passam a representar lucro após serem comercializados.

### 2.2.2. Parques Industriais Ecológicos (PIEs)

Os Parques Industriais Ecológicos, ou parques eco-industriais, são considerados a “realização concreta do conceito de simbiose industrial” [CHERTOW, 2000]. Em um PIE espera-se que todos os membros estejam intimamente conectados entre si e trabalhem constantemente nas suas inter-relações, estreitando cada vez mais seus laços ao longo do tempo.

A definição de Parque Industrial Ecológico começou a ser desenvolvida na década de 1990 a partir dos conceitos de EI e SI. Brendan Doyle, em estudo financiado pela EPA/EUA, em 1996, definiu PIE da seguinte forma:

*“Um Parque Industrial Ecológico é uma comunidade de empresas de manufaturas e prestação de serviços que buscam melhor desempenho ambiental e econômico através de cooperação na gestão de questões ambientais. Trabalhando em conjunto, a comunidade de empresas obtém benefícios maiores do que a soma de benefícios que cada empresa poderia obter individualmente. O objetivo de um PIE é melhorar a performance econômica das empresas participantes através de uma abordagem sistêmica, visando também aprimorar o desempenho ambiental. Usando os princípios da Ecologia Industrial, o conjunto de empresas colabora para tornar-se um ecossistema industrial”.*

O conceito de PIE pode ser confundido com o de SI, porém é mais abrangente. O desenvolvimento de parques industriais ecológicos aplica conceitos e práticas já testados, porém em um novo sistema. Os mesmos componentes usados em parques eco-industriais podem ser encontrados funcionando efetivamente em indústrias [LOWE, 2001], porém, enquanto a simbiose industrial pode se dar através de algumas ações isoladas não necessariamente conectando todas as empresas envolvidas na rede, que não precisam necessariamente compartilhar o mesmo espaço físico, os Parques Industriais Ecológicos possuem relações mais complexas, dentro de fronteiras definidas, cujo espaço interno é coletivo, e formam uma unidade perante os órgãos públicos (Figura 3).

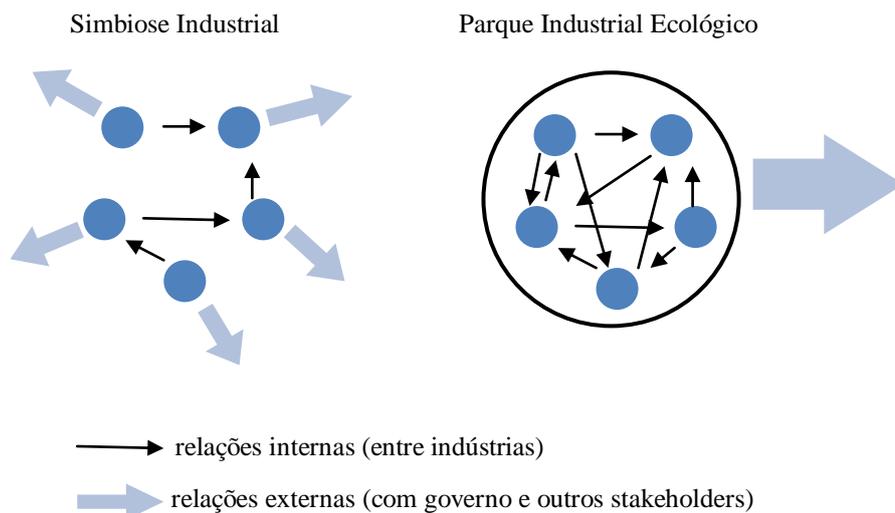


Figura 3 – Representação esquemática diferenciando SI e PIE.

Elaboração própria.

O objetivo de um PIE é melhorar o desempenho econômico das empresas participantes, minimizando seus impactos ambientais. Além de incluir os componentes presentes numa simbiose industrial, um parque industrial ecológico deve buscar aplicar também os conceitos de design verde na infraestrutura e nas instalações, produção mais limpa, prevenção da poluição, eficiência energética. Um PIE também deve trazer benefícios para as comunidades vizinhas, de modo a assegurar que o impacto líquido (impactos positivos menos negativos) do seu desenvolvimento seja positivo [LOWE, 2001].

No setor público, há interesse em aplicar a simbiose industrial sob a forma de parques industriais ecológicos com o objetivo revitalizar áreas urbanas ou rurais, promover a geração de empregos permanentes e promover o desenvolvimento sustentável [CHERTOW, 2007]. Para as empresas, as redes relacionais permitem que ampliem suas vantagens competitivas principalmente pois lhes dão acesso a recursos, redução dos custos e aprendizagem. Outros benefícios envolvem redes coletivas de transporte, a partilha de escritórios e de informação e serviços de segurança.

Parques industriais ecológicos estão organizados de modo a usar os recursos e informações de forma mais eficaz, assim, as empresas envolvidas se tornam atores flexíveis no mercado, pois as redes fornecem maior capacidade de adaptação a

dificuldade e mudanças. Além disso, as empresas organizadas num PIE têm mais poder de persuasão quando negociam condições com o governo ou fornecedores.

Além disso, o termo “parque industrial ecológico” também ajuda a transmitir uma melhor imagem das empresas, através do chamado “*marketing verde*”, o que leva muitos distritos industriais comuns a se auto declararem PIEs sem de fato obedecerem aos parâmetros estabelecidos pela ecologia industrial [SAIKKU, 2006]. Um distrito industrial deve realizar as seguintes atividades, mas não se limitar a elas, para que possa ser considerado um Parque Industrial Ecológico [LOWE,2001. SAIKKU, 2006]:

- Reduzir impacto ambiental e pegada ecológica através da substituição de materiais tóxicos, trocas de insumos e energia e gestão integrada dos rejeitos.
- Possuir núcleos de reciclagem e tratamento de rejeitos.
- Maximizar a eficiência energética através de infraestrutura e/ou construções ambientalmente corretas.
- Possuir um sistema de troca de informações.
- Presença de empresas de tecnologia ambiental e empresas produtoras de “produtos verdes”.
- Diversidade de usos (industrial, comercial e residencial).
- Envolver a comunidade no planejamento do parque.
- Favorecer fornecedores e consumidores locais.
- Oferecer treinamento para os administradores e funcionários para que eles estejam sempre atentos a novas estratégias, ferramentas e tecnologias que ajudariam a melhorar o sistema.
- Buscar a melhoria contínua da performance ambiental das empresas e da comunidade como um todo.
- Procurar atrair novas organizações que sejam complementares àquelas já instaladas (que usem como matéria prima um resíduo gerado no parque que ainda não possui destinação adequada, por exemplo)

Segundo Lowe [2001], os parques industriais ecológicos devem ter foco em um objetivo central, como utilização de energias renováveis, recuperação de recursos, química verde, ou apoio a agricultura sustentável.

Os PIEs possuem, portanto, uma rede de conexões tão complexa que precisam desenvolver algumas características relativas à estrutura organizacional que acabam por diferenciá-los de outros tipos de distritos industriais [CHERTOW, 2012]. São elas:

1. A identificação das redes simbióticas como sistemas adaptativos complexos onde a auto-organização desempenha um papel crítico em contraste com outros tipos de agrupamentos industriais.
2. As origens de externalidades ambientais positivas e negativas que são criadas coletivamente se tornam conhecidas a todos, mesmo que determinados atores não estejam inicialmente conscientes ou envolvidos na geração destes.
3. Desenvolvimento espontâneo das redes na presença de legislação forte. Em alguns casos, a assistência pública pode ser necessária através de subsídios para compensar os custos privados das empresas envolvidas.
4. A forma como os modelos de troca e outros elementos se desenvolvem e passam a incluir a proteção ambiental como parte dos objetivos institucionais.
5. A necessidade de mediação e coordenação através de um comitê, para facilitar a comunicação. O objetivo do comitê de coordenação é sustentar a manutenção das medidas inicialmente adotadas e identificar novas oportunidades de colaboração e ação coletiva.

Na prática, o estabelecimento de parques industriais ecológicos exige tempo e esforços excessivos. Isso é agravado pela dificuldade de estabelecer uma coordenação eficaz entre as partes. A confiança e capacidade de comunicação entre os gestores de cada empresa se desenvolve mais facilmente quando é estabelecido contato direto entre eles, o que pode acontecer em reuniões regulares [SAIKKU, 2006].

De modo a acelerar esta mobilização inicial, é preciso que o setor público esteja de alguma forma envolvido no processo, incentivando a comunicação e, se possível, sendo um mediador entre as partes. Os órgãos reguladores do governo devem permitir certa flexibilidade na adoção de medidas e fazer uso de instrumentos econômicos que desencoragem a geração de poluição.

Conforme apresentado na Tabela 1, são vários os fatores que influenciam o desenvolvimento e características operacionais de redes de Simbiose Industrial, e,

naturalmente, estes também tem grande importância no estabelecimento de parques industriais ecológicos. Saikku [2006] apresenta de forma resumida os fatores que favorecem o sucesso de um PIE:

- Proximidade de empresas
- Possibilidades técnicas de trocas de materiais e energia
- Diversidade de atores
- Continuidade dos fluxos
- Viabilidade económica
- Baixos riscos económicos
- Ganhos económicos divididos igualmente
- Despesas diretas a serem pagas pelas empresas são baixas
- Segurança de benefícios económicos para todos os atores
- Plataformas institucionais existentes
- Consciência ambiental nas empresas
- Relações de interdependência equilibradas entre os parceiros
- Equilíbrio de poder entre os parceiros
- Culturas organizacionais semelhantes entre as empresas
- Disponibilidade de informação e conhecimento
- Expectativas realistas
- Participação ativa
- Compromisso
- Interesse contínuo
- Confiança
- Visão do objetivos do parque eco-industrial
- Agente condutor ou coordenador
- Pelo menos uma grande empresa (âncora) cuja presença que diminua os riscos iniciais
- Mecanismo de controle informal
- Apoio jurídico
- Apoio político

Em síntese, por mais que seja possível apontar as condições mais propícias para o estabelecimento e êxito de um parque eco-industrial, não há uma única “receita” recomendada para o seu desenvolvimento. Diferentes abordagens podem ser empregadas, dependendo da situação e dos objetivos almejados.

Entretanto, incentiva-se que, onde o desenvolvimento industrial ainda esteja em estágios iniciais, a escolha das novas indústrias a serem instaladas na localidade pode se basear nos seus fluxos de entrada e saída, fazendo com que as novas indústrias possam criar laços de sinergia com as indústrias já instaladas. Desta forma, os fatores técnicos se tornariam cada vez mais adequados para o estabelecimento de um parque industrial ecológico [MIRATA, 2004].

Estes casos representam o “Modelo de PIE Planejado”, no qual há um esforço consciente para identificar diferentes tipologias industriais e aproximá-las, quando compatíveis, para que possam compartilhar recursos. Nos EUA, este planejamento tem envolvido a formação, num estágio inicial de implantação, de um grupo de *stakeholders* de diversas categorias para orientar e opinar sobre o processo e a participação de pelo menos uma agência governamental com algum poder de incentivo para o desenvolvimento do PIE (como por exemplo planejamento do uso da terra e/ou financiamento) [CHERTOW, 2007].

Em outro modelo, a simbiose começa a emergir a partir de decisões de agentes privados motivados a realizar trocas visando redução de custos, aumento de renda e/ou expansão dos negócios. Nas fases iniciais não há consciência ambiental por parte dos envolvidos, mas, caso as trocas sejam bem sucedidas e as relações de troca persistam, esta pode acabar surgindo e crescer a ponto de culminar na implantação de um parque industrial ecológico. Neste modelo, chamado “Modelo de Simbiose Auto-organizativa” [CHERTOW, 2007], a implementação do PIE pode nunca ocorrer, apesar de laços de simbiose existirem. Claro que sempre pode surgir *a posteriori* um comitê de coordenação que oriente os próximos passos de implementação do PIE, fazendo com que este se desenvolva de forma planejada a partir deste dado momento.

Estes dois modelos resumem as duas ideologias em torno da implantação de parques eco-industriais, de um lado a ideia de que o livre mercado pode fazer com que as indústrias caminhem naturalmente neste sentido, e, do outro, a ideia de que PIEs não surgem sozinhos e precisam ser planejados pelo setor público. Em todo caso, mesmo os

que defendem a primeira opção não negam que instrumentos políticos como subsídios e acordos entre os setores público e privado são positivos nos estágios iniciais de implantação [KORHONEN, 2004].

Pode ainda ser considerado como um terceiro modelo de implantação de PIEs o caso no qual o distrito industrial já está estabelecido, porém não existem ainda relações de simbiose. Isto é comum em países em desenvolvimento nos quais as leis ambientais começaram a ser implementadas mais recentemente.

O PIE de Zaozhuang, o primeiro implementado na China, é um dos casos que seguiu este último modelo. Era um distrito industrial já estabelecido, tendo sido convertido num PIE posteriormente, com apoio do Centro de Ecologia Industrial Chinês (*Chinese Center for Industrial Ecology*) [VEIGA, 2007]

Devido às dificuldades apresentadas, até o ano 2000, poucos PIEs haviam se estabelecido plenamente, obedecendo a todos os princípios da Ecologia Industrial, sendo o exemplo mais significativo o de Kalundborg, na Dinamarca, cuja experiência comprovou que a cooperação inter-organizacional só se desenvolve com o tempo [CHERTOW, 2000]. Este PIE será apresentado em detalhes, junto com outras iniciativas mundiais mais recentes, no próximo capítulo, “**Iniciativas Internacionais de PIEs e SIs**”

### 3. INICIATIVAS INTERNACIONAIS DE PIEs E SIs

Apesar de a ecologia industrial ter sido descrita como a "ciência da sustentabilidade", o campo ainda está em seus estágios iniciais. São relativamente poucos os casos de parques industriais ecológicos bem sucedidos, especialmente se comparados com a quantidade de distritos industriais comuns instalados no mundo. Isto pode ser justificado pela dificuldade na sua instalação e porque leva tempo até que as relações sejam consolidadas.

Apesar das dificuldades apresentadas, muitos países possuem Parques Industriais Ecológicos em operação e outros vêm se encaminhando cada vez mais nessa direção, aplicando os conceitos de Ecologia Industrial. Pode-se encontrar casos e esforços na tentativa de PIEs e SI em todos os continentes [CHERTOW, 2007; VEIGA, 2007; BERKEL, 2008; BRENT *et al.*, 2008; SAKR *et al.*, 2011; CHERTOW e EHRENFELD, 2012]:

- **América do Norte:** Canadá, EUA, México.
- **América do Sul e Central:** Brasil, Colômbia, Porto Rico.
- **Europa:** Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Holanda, Reino Unido, Suécia, Suíça.
- **Ásia:** China, Coreia do Sul, Filipinas, Índia, Indonésia, Japão, Malásia, Singapura, Sri Lanka, Tailândia, Taiwan, Vietnam.
- **Oceania:** Austrália.
- **África:** África do Sul, Egito.

No caso do continente africano, as iniciativas existem, porém são ainda muito incipientes. Na África do Sul, há um parque industrial gerido pela NECSA (*Nuclear Energy Corporation of South Africa*), entre as províncias de Pretoria e Hartbeespoort, no qual há mais de 80 organizações compartilhando infraestruturas de serviços, inclusive reciclagem, porém estas não compartilham resíduos, portanto este parque não pode ser considerado ainda um PIE. Muitas características de parques eco-industriais tem sido implementadas no planejamento das zonas de desenvolvimento industrial na África do

Sul [BRENT *et al.*, 2008], o que mostra um interesse do país em reduzir os impactos ambientais de setor industrial.

No Egito, nenhum PIE foi de fato implementado, mas houve tentativas de implantar dois programas nacionais que visavam implementar a performance ambiental de distritos industriais: o programa de *Environmentally Friendly New Industrial Cities*, lançado em 1998, e o IISWM (*Integrated Industrial Solid Waste Management project*), iniciado em 2001, que visava integrar gestão de resíduos sólidos industriais através de uma base de dados semelhante à Bolsa de Resíduos, porém este não obteve sucesso e foi descontinuado [SAKR *et al.*, 2011]. Iniciativa semelhante foi adotada na Colômbia [VEIGA, 2007].

Profissionais de diversas áreas tem se organizado na África do Sul e no Egito, e também no Quênia e Mauritània, e estão difundindo o conceito de ecologia industrial, portanto, espera-se que PIEs comecem a ser implementados em breve no continente africano [DAIN, 2010].

Naturalmente, as iniciativas de PIEs são mais frequentes em países desenvolvidos, pois estes possuem legislação ambiental mais moderna e maior capacidade de financiamento de projetos através de subsídios. Além disso, por ter uma industrialização mais antiga, é mais provável a presença de grandes empresas que atuem como âncoras, o que reduz os riscos iniciais de implantação.

O caso mais bem-sucedido de simbiose industrial e, portanto, o mais citado na literatura, é o PIE de Kalundborg na Dinamarca [GIBBS, 2008]. As relações de simbiose começaram a surgir naturalmente no distrito industrial de Kalundborg por volta da década de 1970, e sua existência ajudou a moldar o conceito de simbiose industrial [CHERTOW e EHRENFELD, 2012]. Seu crescente sucesso e importância na mídia incentivou as ações do PCSD do EUA a favor da ecologia industrial [GIBBS, 2008].

O PCSD, Conselho Presidencial sobre Desenvolvimento Sustentável, foi formado nos EUA, durante o governo Clinton [CHERTOW, 2007]. Em 1994, em conjunto com a EPA, este conselho consagrou o conceito de PIE como um dos instrumentos para a promoção do desenvolvimento sustentável no país. Até o início de 2001, pelo menos 40 municipalidades estavam desenvolvendo projetos para a

implantação de parques eco-industriais, porém, com a mudança do governo americano em 2001, o fomento a implantação de PIEs foi interrompido. Ainda assim, pelo menos 26 casos de PIEs existem nos EUA atualmente [VEIGA, 2007].

No Canadá, atualmente três agências do governo federal estão envolvidas no desenvolvimento de PIES: *Environment Canada*, *Industry Canada*, e *Natural Resources Canada*. Um estudo desenvolvido por estas três agências identificou quarenta parques industriais com possibilidade de convergirem para PIE e pelo menos 7 PIEs que estão em operação no país [VEIGA, 2007].

Nos países da Europa ocidental o interesse em desenvolver PIEs também é grande. Há diversas iniciativas de PIEs em muitos países, como Alemanha, França, Suécia, etc. No Reino Unido, foi criado por Peter Laybourn, em 1999, o NISP (Programa Nacional de Simbiose Industrial), um programa inspirado no programa BPS (*by-product synergy*), aplicado no Golfo do México [MIRATA, 2004]. O NISP começou como uma iniciativa privada e passou a receber apoio financeiro do governo a partir de 2005. É a primeira iniciativa em escala nacional incentivando a simbiose industrial e facilitando o contato entre indústrias [[NISP](#)].

O NISP foi expandido numa iniciativa chamada *International Synergies*, que incentiva a implantação de programas semelhantes ao NISP em outros lugares do mundo. No Brasil, este programa está sendo aplicado em caráter experimental no estado de Minas Gerais. Também estão se desenvolvendo projetos na África do Sul, México, Hungria, Roménia e China [[International Synergies](#)].

A rápida industrialização dos países asiáticos nas últimas décadas resultou num aumento significativo dos danos ambientais e, como o plano de crescimento econômico na Ásia prioriza a criação de novos distritos industriais, o conceito de PIE foi muito bem recebido e uma série de projetos piloto vem sendo implementados. Muitos destes projetos recebem algum tipo apoio dos EUA, Canadá e União Europeia [KOENIG, 2005].

No Japão, existe, desde 1997, um programa chamado *Eco-Town*, que se desenvolveu a partir de uma iniciativa conjunta do Ministério da Saúde, Trabalho e Bem-estar (*Ministry of Health, Labour and Welfare*) e do Ministério da Indústria e Comércio Internacional (*Ministry of International Trade and Industry*). Este programa

visava solucionar o problema de escassez de locais disponíveis para aterros sanitários, portanto procurou ampliar o tempo de vida dos aterros existentes e revitalizar zonas industriais. Este programa ajudou a espalhar os conceitos de Simbiose Industrial e Simbiose Urbana, buscando maximizar o benefício econômico e ambiental de áreas industriais próximas de cidades. Desde então, este programa estabeleceu 26 *eco-towns* no país que aplicam esses conceitos.

A China possui um programa voluntário de Parques Eco-industriais (*China's National Demonstration Eco-Industrial Park Program*), criado pela SEPA (Agência de Proteção Ambiental, que posteriormente deu origem ao Ministério de Proteção Ambiental) em 2000, quando esta aprovou o primeiro PIE Experimental (projeto piloto), o Complexo produtor de açúcar de Guangxi Guigang. Desde então, cada parque industrial interessado em ser reconhecido como PIE deve apresentar um plano de desenvolvimento para a SEPA. Após receber a documentação necessária, a SEPA revisa o pedido e decide se aprova o requerente como PIE Experimental. Somente após verificação da efetividade do plano de desenvolvimento é que um PIE Experimental pode ser, ou não, reconhecido nacionalmente como PIE. Este programa é feito em múltiplos estágios para impedir que os distritos industriais que querem promover sua imagem sem ter um compromisso ambiental verdadeiro sejam reconhecidos. Até novembro de 2011, cerca de 60 distritos industriais haviam sido aprovados como PIE experimentais. Dentre eles, 48 são parques industriais com atividades mistas e 11 são setoriais (envolvendo produção de açúcar, metalurgia, mineração ou indústria petroquímica) [SHI *et al.*, 2012].

Um aspecto surpreendente da simbiose industrial é que muitos esforços de planejamento de parques eco-industriais resultaram em fracassos [CHERTOW, 2007]. Muitos distritos industriais seguem se denominando PIEs indevidamente, devido às vantagens competitivas que isto proporciona devido ao “*marketing verde*”. [SAIKKU, 2006].

No próximo item serão apresentados de forma mais aprofundada dois exemplos de PIEs bem sucedidos: Kalundborg, na Dinamarca, e Área de Desenvolvimento Econômico-tecnológico de Tianjin (TEDA), na China.

### **3.1. Estudos de Caso**

Dois casos de PIEs foram escolhidos para uma apresentação mais detalhada, o PIE de Kalundborg na Dinamarca e o PIE da Área de Desenvolvimento Econômico-tecnológico de Tianjin (TEDA), na China.

Em ambos os casos, a colaboração entre as indústrias começou a acontecer por iniciativa dos próprios empreendedores, assim como ocorreu em Santa Cruz/RJ, conforme será visto no capítulo 4, visando apenas a redução dos custos. Os três casos seguiram o modelo de simbiose auto-organizativa proposto por Chertow [2007], no qual o primeiro interesse em realizar trocas simbióticas surge com uma motivação econômica, e a consciência ambiental emerge posteriormente.

Dentre os parques com simbiose auto-organizativa, um exemplo selecionado se localiza em país desenvolvido e o outro num país em desenvolvimento.

Ao final do trabalho, serão realizadas algumas comparações entre estes dois casos com o PIE em foco neste trabalho, o Ecopolo Industrial de Santa Cruz, no Brasil.

#### **3.1.1. Kalundborg, Dinamarca**

O exemplo de simbiose industrial mais citado na literatura é o caso do PIE localizado na cidade litorânea de Kalundborg na Dinamarca (Figura 4), localizada a 100 km de Copenhage. As relações de simbiose neste PIE foram se desenvolvendo gradualmente, ao longo de 30 anos, sem que grandes planejamentos fossem realizados [GIBBS, 2008]. Foi a partir da experiência neste distrito industrial em especial que os conceitos de “simbiose industrial” e “parque industrial ecológico” começaram a ser moldados e os resultados são até hoje considerados surpreendentes [CHERTOW e EHRENFELD, 2012].



Figura 4 – Mapa da Dinamarca com o município de Kalundborg em destaque.

Fonte: Google Maps, 2013

Acredita-se que a escassez de água subterrânea tenha sido um dos principais elementos motivadores do início da cooperação entre as indústrias. Hoje, existem diversos sistemas de tratamento e reuso de água que resultam em uma redução de 25% do consumo total do distrito industrial [EHRENFELD e CHERTOW, 2002].

A simbiose industrial em Kalundborg envolve seis principais atores, dentre eles a prefeitura do município e cinco indústrias:

- *Asnaes Power Station* – uma usina termoeétrica com capacidade de 1350MW;
- *Statoil* – uma refinaria de petróleo;

- *Novo Nordisk Novozymes* – uma indústria farmacêutica e de biotecnologia;
- *Gyproc Nordic East* – uma indústria de fabricação de gesso;
- *Bioteknisk Jordrens* – uma indústria de remediação de solos.

Outras organizações externas também estão envolvidas na simbiose e participam recebendo alguns dos subprodutos gerados no parque e utilizando-os como matéria prima [EHRENFELD e CHERTOW, 2002].

A cronologia de desenvolvimento do parque industrial e algumas das relação de simbiose são destacadas na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Cronologia de desenvolvimento do PIE de Kalundborg.

Ano	Ação
1959	• <i>Asnaes Power Station</i> é comissionada.
1961	• <i>Statoil</i> é comissionada.
1964	• <i>Novo Nordisk Novozymes</i> entra em operação.
1972	• <i>Gyproc</i> entra em operação, usando gás butano fornecido pela <i>Statoil</i> como combustível (primeira relação de simbiose)
1976	• <i>Novo Nordisk Novozymes</i> começa a fornecer o lodo de seus efluentes para ser usado como fertilizante nas fazendas do entorno
1979	• <i>Asnaes</i> começa a vender cinza volante para produtores de cimento.
1981	• Prefeitura de Kalundborg começa a usar o vapor fornecido pela <i>Asnaes</i> no aquecimento residencial.
1982	• <i>Asnaes</i> passa a fornecer vapor para <i>Statoil</i> e <i>Novo Nordisk Novozymes</i> .
1989	• <i>Asnaes</i> fornece água quente para a produção de peixe.
1991	• <i>Statoil</i> passa a fornecer seu efluente tratado para ser usado como água de limpeza na <i>Asnaes</i> .
1992	• <i>Statoil</i> passa a fornecer gás para <i>Asnaes</i>
1993	• <i>Asnaes</i> fornece gipsita ( <i>gypsum</i> ) para <i>Gyproc</i>

1995	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Asnaes</i> constrói um tanque interno de captação de água usada para reuso</li> </ul>
1996	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação do <i>Symbiosis Institute</i></li> </ul>
1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bioteknisk Jordrens</i> passa a usar o lodo gerado na estação de tratamento de esgotos da cidade como nutriente para solos contaminados.</li> </ul>

Obs: Por opção dos autores, nem todas as relações de simbiose existentes no parque são apresentadas nesta tabela, e algumas destas aqui apresentadas foram interrompidas (como o fornecimento de butano para a *Gyproc*). A totalidade destas relações é apresentada na Figura 5.

Fonte: EHRENFELD e CHERTOW, 2002.

Em 1961, a *Statoil* se instalou na região e optou por retirar água do lago Tisso, conservando assim as reservas subterrâneas. A construção dos dutos para retirada da água do lago foi construída através de uma parceria entre a prefeitura e a refinaria, criando o precedente de colaboração entre os setores público e privado [ERKMAN, 2001].

Quando foi fundada, em 1972, a *Gyproc* recebia gás butano da *Statoil* e utilizava-o como combustível em seus processos. Antes, o gás era queimado antes de ser liberado na atmosfera. Esta é considerada como a primeira relação de simbiose do distrito industrial de Kalundborg.

A *Novo Nordisk Novozymes* fornece gratuitamente, desde 1976, seu lodo efluente para que seja usado como fertilizante em aproximadamente mil fazendas. As fazendas mais próximas recebem o lodo através de dutos, enquanto às outras o produto é levado em caminhões. São gerados cerca de 3.000 metros cúbicos de lodo por dia que, se não fossem doados, teriam que passar por um tratamento complexo caro e depois seriam lançados ao mar [EHRENFELD e CHERTOW, 2002].

Em 1979, a usina *Asnaes* passou a vender a cinza volante resultante da queima de combustíveis para produtores de cimento e, em 1981, passou a vender parte do vapor residual gerado em seu sistema de resfriamento para que a prefeitura de Kalundborg usasse no sistema de aquecimento residencial, que antes era feito com estufas alimentadas a óleo. O vapor é distribuído através de tubulações subterrâneas e a população paga por ele. O restante do vapor é fornecido para a *Novo Nordisk*

*Novozymes* e *Statoil*. Este vapor, que era originalmente descartado na atmosfera, passou a representar lucro para a empresa. A usina também fornece água aquecida para um criadouro de peixes local.

Em 1990, a *Statoil* contruiu um sistema de dessulfurização de gases. O enxofre líquido obtido é vendido para uma empresa que o utiliza como matéria-prima para produção de ácido sulfúrico.

Em 1996, foi criado no parque industrial de Kalundborg o *Symbiosis Institute*, com o objetivo de gerenciar a simbiose, aumentando o número de relações e sua complexidade. Cerca de 40 anos após o início da simbiose, marcado pela instalação da *Gyproc*, uma série de mudanças ocorreram na coordenação das empresas, estas cresceram consideravelmente e houve, inclusive, a divisão da *Novo Nordisk Novozymes* em duas empresas (*Novozymes* e *Novo Nordisk*). Entretanto, a simbiose se tornou tão importante para os negócios, tanto ambiental, quanto economicamente, que é mantida até hoje [CHERTOW, 2012]. Algumas das relações foram interrompidas, porém novas foram criadas, as mais recentes envolvendo trocas de água do mar dessalinizada, bioetanol e lignina.

Atualmente, são 30 as relações ativas de simbiose [KALUNDBORG SYMBIOSIS, 2013]. Estas podem ser vistas na Figura 5.

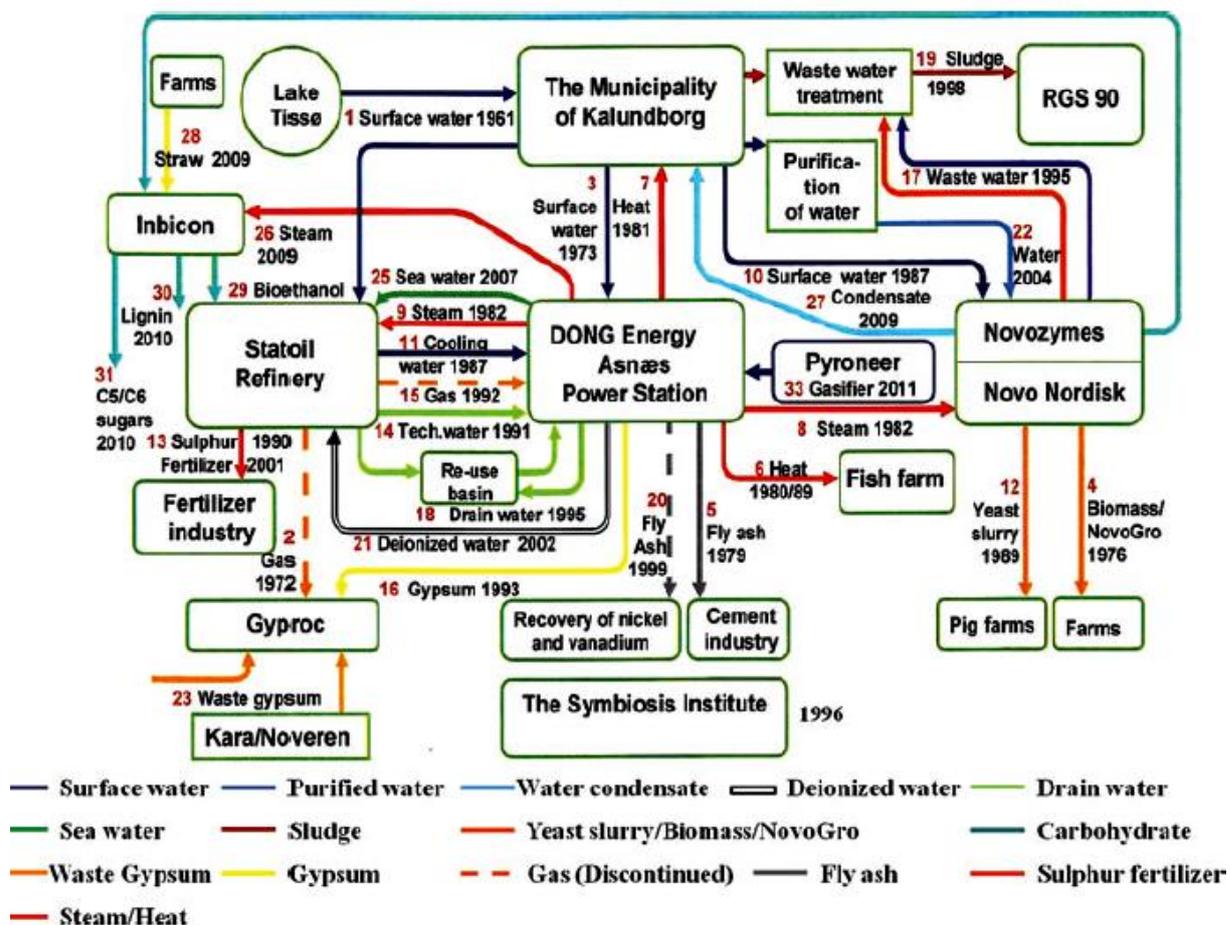


Figura 5 - Simbiose industrial em Kalundborg.

Obs.: Estão representadas as relações simbióticas presentes em Kalundborg, ordenadas de 1 a 33 (números vermelhos) de acordo com o ano em que foram estabelecidas. Linhas pontilhadas representam ligações descontinuadas.

Fonte: CHERTOW e EHRENFELD 2012

Mais informações sobre o PIE de Kalundborg podem ser encontradas no site oficial do parque: <http://www.symbiosis.dk/>.

### 3.1.2. TEDA, China

A Área de Desenvolvimento Econômico-tecnológico de Tianjin (TEDA) foi uma das primeiras 14 zonas nacionais de desenvolvimento econômico na China criadas pelo governo. Localiza-se no norte da China, a 40 km do centro da cidade de Tianjin e 130 km de distância de Pequim (Figura 6). É uma zona industrial com usos múltiplos,

incluindo também áreas residenciais, comerciais, parques. Cerca de 80.000 pessoas moram na área [TEDA, 2011].

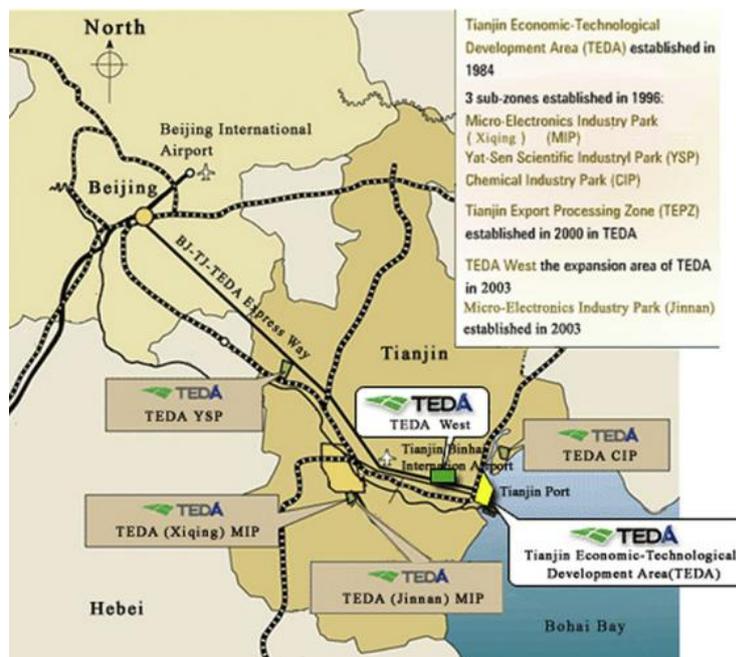


Figura 6 - Localização da TEDA e suas sub-zonas.

FONTE: SHI *et al.*, 2009

Shi *et al.* [2009] descrevem a evolução desta zona industrial. Quando fundada, em 1984, a zona referente à TEDA possuía apenas uma atividade econômica: a produção de sal. Com o tempo, diferentes indústrias foram se instalando na região, até que quatro tipologias industriais evoluíram de forma mais significativa: as indústrias eletrônica, automobilística, farmacêutica e alimentícia.

A TEDA se tornou a primeira área de desenvolvimento econômico a possuir seu próprio órgão ambiental regulador independente quando, em 1990, a administração do parque criou o Departamento de Proteção Ambiental (EPB). Desde então, o EPB tem ampliado sua capacidade de gestão ambiental e instalado programas ambientais como a avaliação de impacto ambiental de novos projetos, monitoramento ambiental de água, monitoramento de fontes de poluição do ar, controle da emissão de poluentes, entre outras iniciativas.

A escassez de água e terra utilizável impulsionou a TEDA a conservar e utilizar de forma eficiente esses recursos desde o início da década de 1990. Isto incentivou a criação das primeiras relações simbióticas envolvendo água, recursos e energia, que foram formadas espontaneamente entre as indústrias. Estas relações foram iniciadas visando principalmente a redução de custos, e seus benefícios ambientais eram pouco reconhecidos na época.

Em 1999, todavia, a *State Environmental Protection Administration* (SEPA) incentivou os parques industriais do país a buscar certificação ISO 14001 de gestão ambiental. A TEDA já possuía algumas das características e adotou as medidas restantes necessárias para obtenção da certificação, buscando com isso, não só elevar sua capacidade de gestão ambiental, mas também melhorar sua imagem perante o público internacional e, em novembro de 2000, o parque recebeu a certificação.

Em 2004, o plano de desenvolvimento elaborado pela TEDA foi escolhido pela SEPA e a zona industrial foi aprovada como PIE experimental. Em 2008 foi uma dentre as três primeiras zonas industriais a receber oficialmente a denominação de Parque Eco-Industrial na China.

A Tabela 3 mostra as medidas anteriores que justificaram a classificação da zona industrial como um Parque Industrial Ecológico. Uma das características mais importantes nos PIEs chineses é o compartilhamento de infraestrutura pública, pois desta forma é possível fornecer serviços de alta qualidade e baixo custo.

Tabela 3 - Cronologia de desenvolvimento da TEDA.

Ano	Ação
1984	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação da TEDA.</li> </ul>
1987	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeira planta de cogeração de energia.</li> </ul>
1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação do EPB.</li> </ul>
1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeira relação de simbiose: a <i>Tianjin Tingyi International Food Company Ltda</i> passa a vender restos de farinha de sua produção como ração animal para fazendas do entorno.</li> </ul>
1995	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeira planta de tratamento de água (<i>TEDA Water Treatment Plant</i>) entra em operação.</li> </ul>

1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Novozymes Biotechnology Company Ltda</i> começa a converter parte de seus resíduos em um fertilizante orgânico sólido que fornece gratuitamente para fazendas próximas.</li> </ul>
2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeira planta de tratamento de efluentes (<i>TEDA Wastewater Treatment Plant</i>) entra em operação.</li> <li>• <i>Novozymes Biotechnology Company Ltda</i> passa a fornecer seu efluente industrial tratado para a gestão do parque para ser usado na irrigação e limpeza de áreas públicas.</li> <li>• TEDA recebe a certificação ISO 14001.</li> </ul>
2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TEDA passa a publicar seus relatórios ambientais anuais.</li> </ul>
2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dessulfurizador de gases instalado numa das usinas térmica</li> <li>• Aterro de resíduos domésticos (<i>Hangu Domestic Garbage Landfill</i>) entra em operação.</li> </ul>
2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta de recirculação e reuso de água (<i>TEDA Water Reclamation Plant</i>) entra em operação.</li> <li>• Centro de tratamento de resíduos (<i>Tianjin Hazardous Waste Treatment &amp; Disposal Center</i>) entra em operação.</li> </ul>
2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planta de transformação de resíduos em energia (<i>Tianjin Shuanggang Waste-to-Energy Plant</i>) entra em operação – 400.000ton/ano de resíduos sólidos urbanos passam a ser convertidos em 120GWh/ano.</li> <li>• Plano de desenvolvimento aprovado pela SEPA.</li> </ul>
2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeira planta de dessalinização de água entra em operação experimental.</li> <li>• Taiding Environmental Technology começa a reciclar resíduos eletrônicos</li> </ul>
2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TEDA se torna um PIE.</li> </ul>

Adaptado de SHI, 2009.

A infraestrutura comum do parque é gerida pela *TEDA Administrative Commission* e envolve tratamento de esgoto doméstico, tratamento e reuso de água, tratamento de efluentes industriais, cogeração de energia, limpeza e manutenção. Quatro

das cinco usinas termoelétricas da TEDA são abastecidas por carvão, e fornecem vapor residual e água quente para outras indústrias do parque.

A complexidade das relações existentes entre as plantas do setor de infraestrutura pública é ilustrada na Figura 7.

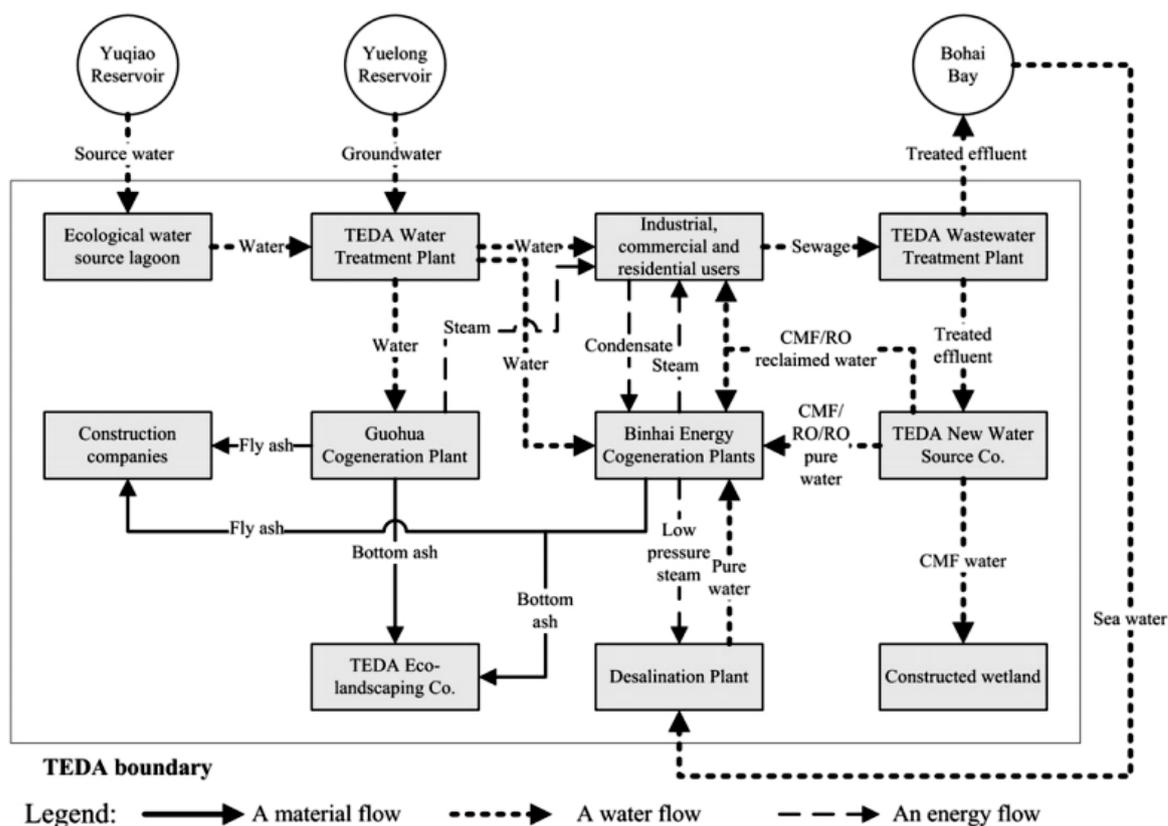


Figura 7 - Trocas simbióticas associadas ao setor serviço público.

Fonte: SHI, 2009.

Diversos outros setores estão envolvidos com trocas simbióticas, incluindo sucata de móveis para geração de combustível e produção de madeira compensada, resíduos de embalagens e papel são enviados para uma fábrica de papel e restos de gesso vendidos para uma fábrica de cimento.

No estudo de caso realizado em 2009, Shi identificou, através de visitas de campo realizadas ao longo de dois anos, 81 relações simbióticas existentes entre as indústrias instaladas na TEDA, 70 das quais estavam atuantes, enquanto 11 foram

descontinuadas por não representarem grandes vantagens econômicas. Pode-se perceber pela Figura 8, que estas relações são em sua maioria de troca de materiais.

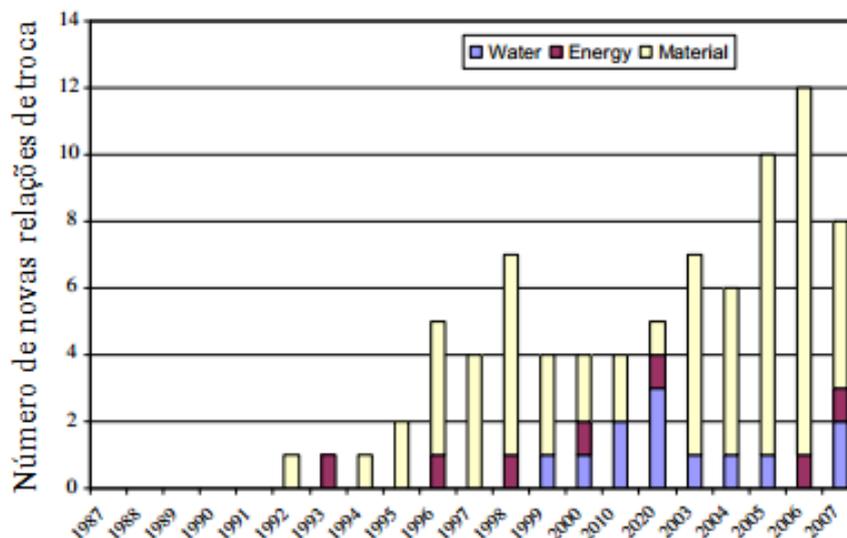


Figura 8 - Evolução das relações de troca na TEDA.

Fonte: SHI, 2009.

O Departamento de Desenvolvimento (*Development and Reform Bureau*) da TEDA publica anualmente seus relatórios no site <http://en.investteda.org/>. O Relatório referente ao ano de 2011 compara dados deste ano com o do ano anterior e mostra que as relações de simbiose continuam a reduzir os impactos ambientais causados pelo PIE. Apesar de parque industrial continuar crescendo constantemente e recebendo novas indústrias, percebeu-se redução no consumo de água e energia, queda nas emissões de SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> e aumento na taxa de reuso de água industrial [TEDA, 2011].

Algumas das empresas com instalações na TEDA atualmente são: Toyota, Volkswagen, Samsung, Motorola, IBM, LG, GlaxoSmithKline, Lafarge, Coca-cola, Pepsico, Nestlé [TEDA]. Vale ressaltar que, além de já possuir a certificação ISO 14.001, a administração do parque incentiva que cada indústria instalada satisfaça os requisitos mínimos para obter sua própria licença, contribuindo ainda mais para a sustentabilidade do PIE como um todo.

#### 4. O DISTRITO INDUSTRIAL DE SANTA CRUZ

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) foi criada em 1974 pela Lei Complementar n° 20 [COPPE/UFRJ/IBAM, 2000]. Atualmente engloba 19 municípios e possui uma área de 5.254 km<sup>2</sup> [IPEA, IBGE].

O bairro de Santa Cruz localiza-se na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro/RJ (Figura 9) e tem sua área dividida em duas categorias de uso industrial: uma zona de uso predominantemente industrial (ZUPI) com 2.900 hectares e uma zona de uso estritamente industrial (ZEI) com 737 hectares [COPPE/UFRJ/IBAM, 2000].

Estas categorias foram criadas pela Lei 6.803 de 1980, e são definidas no contexto do Estado do Rio de Janeiro pela Lei Estadual 466, de 1981, que determina:

*“Art. 1º - No zoneamento urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro as atividades industriais se localizarão em zonas definidas como:*

*I - zonas de uso estritamente industrial (ZEI) - destinadas, preferencialmente, à localização de estabelecimentos industriais cujos resíduos sólidos, líquidos e gasosos, ruídos, vibrações, emanações e radiações possam causar perigo à saúde, ao bem-estar e à segurança das populações, mesmo depois da aplicação de métodos adequados de controle de tratamento de efluentes, nos termos da legislação vigente;*

*II - zonas de uso predominantemente industrial (ZUPI) - destinadas, preferencialmente, à instalação de indústrias cujos processos, submetidos a métodos adequados de controle e tratamento de efluentes, não causem incômodos sensíveis às demais atividades urbanas e nem perturbem o repouso noturno das populações;*

*III - zonas de uso diversificado (ZUD) - destinadas à*

*localização de estabelecimentos industriais cujo processo produtivo seja complementar das atividades do meio urbano ou rural em que se situem, e com elas se compatibilize, independentemente do uso de métodos especiais de controle da poluição, não ocasionando, em qualquer caso, inconvenientes à saúde, ao bem-estar, e à segurança das populações vizinhas.”*



Figura 9 - Município do Rio de Janeiro com Santa Cruz em destaque.

Fonte: [Portal Geo Rio](#).

Esperaria-se, portanto, que nestas áreas não houvesse ocupação residencial, porém, observando-se imagens de satélite (Figura 10) é possível verificar que o Distrito Industrial de Santa Cruz (DISC) encontra-se próximo a áreas residenciais do município de Itaguaí e do bairro de Santa Cruz. Isto se deve à escassa utilização do zoneamento para a localização industrial na RMRJ, fato que deixa supor, por um lado, a ocupação fora de zonas industriais, por indústrias cuja tipologia demandaria que estivessem circunscritas a áreas definidas como zonas industriais, e, por outro lado, a ocupação das áreas definidas como zonas industriais por outros usos, principalmente residencial [COPPE/ UFRJ/IBAM, 2000].

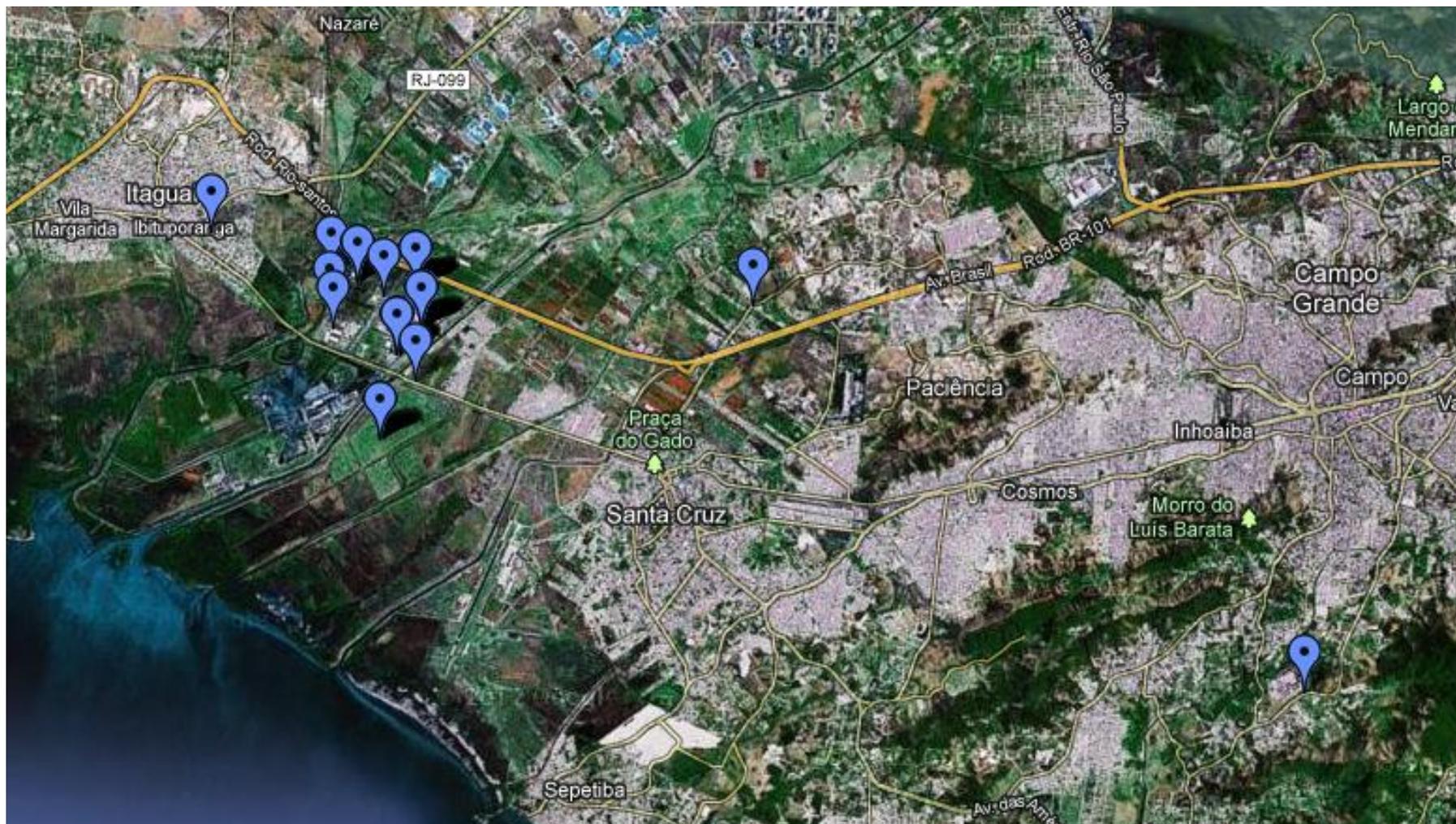


Figura 10 - Empresas participantes da AEDIN.

Obs.: Os pontos destacados representam a localização aproximada das empresas, obtidos a partir do endereço fornecido no site de cada uma delas. Em alguns casos, este endereço refere-se a um escritório e não necessariamente à localização da planta industrial.

Fontes: Google Maps®, [AEDIN](#).

Ainda no contexto da Lei 6.803/1980, esta prevê que as áreas de uso industrial (ZUPIs e ZEIs) devem ser classificadas como (i) não-saturadas, (ii) em vias de saturação ou (iii) saturadas, “em função da área disponível para uso industrial da infraestrutura, bem como dos padrões e normas ambientais fixadas pela Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA e pelo Estado e Município, no limite das respectivas competências”.

Esta classificação de áreas é o principal produto da “Revisão do Zoneamento Industrial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro” realizado pelo consórcio COPPE/UFRJ/IBAM em 2000. De acordo com este relatório, as zonas industriais de Santa Cruz estavam em vias de saturação, porém possuíam, na época, perspectiva de expansão com ressalvas, devido ao alto potencial poluidor das indústrias presentes na ZEI e do uso residencial intenso na ZUPI e rarefeito na ZEI. Este resultado fortalece a necessidade de aplicação da Ecologia Industrial nas zonas industriais do bairro, uma vez que é preciso reduzir a poluição gerada pelas indústrias e seus impactos negativos nas comunidades do entorno.

Após a elaboração deste relatório, não foi feita atualização do zoneamento, tampouco controle do uso das áreas.

Na década de 1980, algumas das indústrias instaladas na região já haviam percebido que se organizando poderiam mais facilmente defender seus interesses comuns perante o setor público, além de colaborar com ele na busca de soluções para o desenvolvimento e funcionamento do distrito industrial. Estas empresas fundaram então a AEDIN – Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz e Adjacências – em março de 1980 [[AEDIN](#)].

Esta Associação é dividida em diretorias e são realizadas eleições bianuais de modo a eleger quem ocupará cada cargo durante este intervalo. Os candidatos são sempre funcionários das empresas associadas. Atualmente, são quatro diretorias: administrativa, de finanças, desenvolvimento sustentável e comunicação social. Além disso, há um presidente, dois vice-presidentes e dois membros no conselho fiscal, todos eles eleitos bianualmente.

A fundação da AEDIN pode ser considerada como um primeiro passo para o estabelecimento de um PIE no distrito industrial de Santa Cruz, uma vez que já existe

um comitê de coordenação entre as partes. Esta é responsável pela gestão compartilhada das áreas públicas do DISC e usada como instrumento para fazer pressão no setor público para que este forneça melhores condições de acesso, como asfaltamento das ruas, e segurança, como sistemas de iluminação.

A AEDIN é responsável também pela implantação de alguns projetos integrados, dentre eles a criação de um sistema centralizado de Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), criado em 1997, constituído por uma unidade composta por profissionais dedicados exclusivamente ao cumprimento de atribuições relacionadas à prevenção de riscos laborais. O projeto de um sistema de SESMT centralizado e gerido por todas as indústrias do parque obteve sucesso e foi também adotado em outras duas associações de empresas, a ASSECAMPE (Campos Elísios) e ASDIN (Fazenda Botafogo) [[AEDIN](#)].

Outro projeto desenvolvido pela AEDIN chama-se Plano de Auxílio Mútuo (PAM) e foi criado com a finalidade de estabelecer diretrizes coordenadoras para o planejamento e atuação das entidades participantes. Através deste plano, são disponibilizados equipamentos e mão-de-obra para auxiliar com ações rápidas em caso de acidentes, visando evitar ou restringir ocorrências desastrosas de qualquer natureza e danos à vida humana.

Como pode-se perceber, as principais iniciativas conjuntas da AEDIN estão mais relacionadas ao pilar social da sustentabilidade, apesar de algumas trocas materiais terem se dado entre algumas indústrias antes mesmo da implantação do ecopolo, porém sem receber grande atenção do DISC como um todo.

#### **4.1. Iniciativas de EI no Estado do RJ e a Implantação do Ecopolo de Santa Cruz**

O Programa Rio Ecopolo foi criado em junho de 2002 através do Decreto Estadual 31.339/2002 e alterado posteriormente pelo Decreto Estadual 33.992/2003 (Anexos I e II).

Este programa tem como objetivo a “criação de instrumentos econômicos que incentivem o desenvolvimento sustentável, melhoria da qualidade de vida e das

condições ambientais no Estado do Rio de Janeiro, modernização do parque industrial do Estado do Rio de Janeiro através do incentivo à implantação de gestão ambiental e a utilização de tecnologias mais limpas e promoção da eco-eficiência nas empresas” e é monitorado pela FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente), atualmente parte do INEA (Instituto Estadual do Ambiente), em associação com a CODIN (Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro) [FRAGOMENI, 2005].

A criação deste programa foi uma iniciativa pioneira no estado do Rio de Janeiro e no país, e incentiva a instituição de Parques Industriais Ecológicos, neste caso denominados “Ecopolos”. As empresas interessadas em receber financiamento do Fundo de Desenvolvimento Econômico Social (FUNDES) e redução de ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) devem se enquadrar numa série de requisitos e assumir voluntariamente os seguintes compromissos [FRAGOMENI, 2005]:

- a) Participar do projeto Ecopolo;
- b) Buscar a excelência ambiental;
- c) Desenvolver um Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA);
- d) Praticar a produção mais limpa;
- e) Buscar melhorias contínuas: ambientais, sociais e econômicas;
- f) Contribuir para a conservação e melhoria do meio ambiente local;
- g) Apoiar e participar em ações e projetos comunitários, na sua área de influência.

Foram criados na época, a partir desta iniciativa, quatro Ecopolos no Estado do Rio de Janeiro (Tabela 4), formalizados através da assinatura de Termos de Compromisso entre a FEEMA e as indústrias integrantes de seus respectivos Ecopolos.

Tabela 4 – Primeiros ecopolos lançados no Estado do Rio de Janeiro.

<b>Ecopolo</b>	<b>Número de empresas no momento de implantação</b>	<b>Município</b>	<b>Data de Lançamento</b>
Distrito Industrial de Santa Cruz	14	Rio de Janeiro	17 de setembro de 2002
Distrito Industrial de Campos Elíseos	12	Duque de Caxias	24 de outubro de 2002
Sul Fluminense	3	Agulhas Negras	28 de novembro de 2002
Fazenda Botafogo	13	Rio de Janeiro	05 de dezembro de 2002

Fonte: FRAGOMENI, 2005.

Após assinar o Termo de Compromisso, as empresas envolvidas deveriam elaborar um Plano de Gestão do PIE. Esse plano, assim como a implantação das ações propostas no mesmo, deveria ser desenvolvido pelas próprias indústrias, através de modelo próprio, adequado às suas características e particularidades. Não foi estipulado pelo órgão ambiental um modelo padronizado, ou critérios específicos a serem seguidos para sua formulação [FRAGOMENI, 2005].

As datas dos eventos comemorativos realizados para caracterizar o lançamento de cada um dos Ecopolos implantados, nos quais foram celebradas as assinaturas dos Termos de Compromissos, ocorreram muito próximas umas das outras, durante o período de setembro a dezembro de 2002. Isto foi devido ao fato da então gestão da FEEMA ter um período limitado para implantação deste programa, com término marcado para dezembro de 2002, em função do contexto político da época. O Programa Rio Ecopolo foi, então, estruturado e implementado às pressas, visando garantir o seu prosseguimento mesmo após a mudança de governo. Contudo, a partir de 2003, o novo governo estadual parou de incentivar o Programa [FRAGOMENI, 2005] e não verificou se as ações propostas nos Planos de Gestão haviam sido postas em prática.

## 4.2. A Evolução do Ecopolo de Santa Cruz

Vinte anos após a fundação da AEDIN, portanto, foi fundado o Ecopolo Industrial de Santa Cruz, o primeiro ecopolo do Brasil. Nesta ocasião foi criada a Diretoria de Desenvolvimento Sustentável, que seria responsável por coordenar os projetos do DISC relacionados à sustentabilidade e redução de impactos ambientais.

Dentre os Ecopolos instituídos foi o único que tornou público o seu Plano de Ação, através de um documento, o “Relatório de Sustentabilidade - Ecopolo Industrial de Santa Cruz”, estabelecendo propostas de gestão ambiental compartilhada planejadas para 2003-2004. Diversas propostas são apresentadas neste relatório, porém três recebem maior atenção referem-se [AEDIN, 2003]:

- Gestão Integrada de Resíduos e Coleta Seletiva – visa desenvolver um inventário de resíduos gerados no polo, incluindo quantidades e composição, e através disso otimizar a utilização de matérias-primas e o reuso e reciclagem dos resíduos.
- Intercâmbio Técnico-Científico e Gestão Ambiental mais Integrada entre as Empresas – visa integrar as iniciativas que cada indústria tem elaborado isoladamente.
- Estímulo à Instalação de Empresas que possuam Interação com as Diversas Cadeias Produtivas – neste item é ressaltada a importância da participação do Governo Estadual e da Prefeitura para criar as condições adequadas de infraestrutura de acesso e segurança no local, de modo a atrair mais empresas.

As reuniões da Diretoria de Desenvolvimento Sustentável ocorreram regularmente até o final de 2003, ou seja, pouco mais de um ano após a implementação do ecopolo. Nestas reuniões, deveriam estar presentes representantes escolhidos por cada empresa para representá-la.

Com o tempo, as reuniões foram se tornando mais escassas, devido à falta de disponibilidade de tempo dos representantes das próprias empresas para dedicação ao desenvolvimento das propostas, falta de recursos financeiros destinados à condução de

projetos conjuntos e mudanças nas lideranças de algumas das empresas, não garantindo a adesão e o empenho das mesmas [FRAGOMENI, 2005].

Num primeiro levantamento, realizado em 2004, um questionário foi passado para as empresas pedindo dados a respeito da geração de resíduos. A partir desta iniciativa foi identificada presença dos seguintes resíduos:

- Baterias
- Bombonas plásticas
- Borras
- Cartucho de impressoras
- Carvão
- Lâmpadas
- Lixo comum
- Lixo orgânico
- Lodo
- Madeiras
- Óleo
- Papel
- Papelão
- Plástico
- Pneus
- Resíduos químicos
- Sucata Ferrosa
- Sucata de Alumínio
- Sucatas diversas não ferrosas
- Tambor metálico
- Toalha contaminada
- Vidro

Porém, dados mais concretos a respeito dos resíduos, como composição química e taxas de geração, por exemplo, não foram fornecidos na época, e a tentativa de realizar um inventário detalhado de resíduos foi interrompida e as empresas do Ecopolo não receberam a redução do ICMS na época, por falta de projetos implementados.

### 4.3. Contexto atual

A partir de novembro de 2008, houve uma retomada do Projeto Ecopolo por parte das empresas sócias da AEDIN e passou-se a considerar a contratação de uma empresa de consultoria em gestão ambiental, porém isto ainda não foi feito.

Atualmente, são 16 as empresas instaladas no Distrito Industrial de Santa Cruz e sócias da AEDIN. Estas são mostradas na Tabela 5 por ordem de instalação.

Tabela 5 - Cronograma de Evolução do DISC

Ano	Empresa	Principais Produtos/Serviços
1963	Furnas Centrais Elétricas S/A	Geração e transmissão de energia elétrica (usina termelétrica)
1972	Gerdau Aços-Longos S/A	Artigos de siderurgia
1973	Morganite	Isolantes térmicos, cerâmicas e cimentos refratários, fibras
1974	Linde Gases Ltda	Oxigênio líquido, argônio, nitrogênio
1977	SICPA	Tintas e vernizes
1981	Sociedade Michelin De Participações Indústria E Comércio Ltda	Pneus de carga pesada, câmaras e flaps
1982	Valesul Alumínio	Alumínio primário nas formas tarugos, placas e lingotes
1983	Casa da Moeda do Brasil	Cédulas, moedas, selos, documentos, etc.
1989	Fábrica Carioca de Catalisadores S/A	Catalisadores para a indústria petrolífera
1990	Pan-Americana S/A Indústrias Químicas	Floculantes, resinas, sínteses químicas e tratamento de efluentes
1995	Rexam Beverage Can America S/A South	Fabricação de embalagens de alumínio para cervejas e refrigerantes
2004	Emanuelle Locadora De Veículos Ltda.	Locação de veículos

	Transcor Indústria De Pigmentos E Corantes Ltda	Tintas e corantes
2006	Eka Chemicals Do Brasil S/A	Sílica coloidal
	Thyssenkrupp CSA Siderúrgica Do Atlantico	Artigos de siderurgia
2008	Haztec Tecnologia E Planejamento Ambiental S/A	Tratamento de efluentes e resíduos sólidos

Obs. 1: Esta tabela mostra apenas as empresas que fazem parte da AEDIN atualmente. Algumas das empresas que faziam parte da AEDIN no momento de implantação do ecopolo saíram da Associação, como, por exemplo a BASF e a Ecolab, que foram transferidas para São Paulo; enquanto outras se instalaram posteriormente.

Obs. 2: A data de 1995 para instalação da Rexam refere-se, na verdade, à instalação da Latasa, empresa que foi comprada pela Rexam no ano de 2003.

Elaboração própria a partir do [site da AEDIN](#).

A partir da Tabela 7, nota-se a presença de indústrias siderúrgicas e metalúrgicas que poderiam atuar como âncora no processo de implantação das simbioses, e também a presença de uma usina termelétrica, que permitiria a cogeração de energia para o parque a partir dos resíduos gerados no mesmo.

Conforme é mostrado na Tabela 6 a seguir, nota-se que quase todas as indústrias do Ecopolo de Santa Cruz já possuem algum tipo de projeto relacionado à redução de seus impactos ambientais, e algumas possuem até a certificação ISO 14.001 para seus sistemas de gestão ambiental. Entretanto, a maioria dessas ações se dá através da abordagem *end-of-pipe*, ou seja, as indústrias tratam seus efluentes e se enquadram nos padrões de emissão estabelecidos pela legislação, porém isto não é o suficiente para caracterizar relações de simbiose industrial.

Tabela 6 - Algumas das iniciativas pertinentes à Ecologia Industrial  
apresentadas pelas empresas sócias da AEDIN

#### **CASA DA MOEDA DO BRASIL**

- Sistema de controle, tratamento e disposição resíduos e efluentes
- ETE galvânicos, sistema de aeração

#### **EKA CHEMICALS DO BRASIL S/A**

- Sistema de Gestão integrada que busca continuamente a redução das emissões
- Informe Ambiental mensal divulgado a todos os colaboradores da empresa
- Projeto “Meio Ambiente – Local onde a gente vive” de educação ambiental

#### **EMANUELLE LOCADORA DE VEÍCULOS LTDA**

- Não divulgados ou inexistentes.

#### **FÁBRICA CARIOCA DE CATALISADORES S/A**

- Possui certificações ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001.
- Horto florestal desde 2000
- Horta orgânica cuja colheita é aproveitada na alimentação dos funcionários e doada para comunidades do entorno.
- Oficinas de educação ambiental
- Programa de Coleta Seletiva interna desde 2005.
- Recebe matéria-prima (silicato de sódio) fornecida por indústria próxima através de dutos \*

\* A indústria em questão não faz parte da AEDIN, portanto esta relação não é considerada como simbiose industrial dentro do escopo deste trabalho.

#### **FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A**

- Possui certificações ISO 9.001
  - Programa de Coleta Seletiva interna
-

**GERDAU AÇOS LONGOS S/A**

- Possui certificação ISO 14.001
- Reaproveitamento de 78,3% dos resíduos gerados na produção
- Reaproveitamento de 97% da água utilizada na produção
- Projetos de educação ambiental

**HAZTEC TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO AMBIENTAL S/A**

- Programa de Educação Ambiental

**LINDE GASES LTDA**

- Possui certificação ISO 9.001 e ISO 14.001
- Utilização da Análise de Ciclo de Vida para avaliar o impacto de sua operação

**MORGANITE BRASIL LTDA**

- Possui certificação ISO 9.001 e ISO 14.001 (na linha *Thermat Ceramics*, que é a instalada no DISC)
- Redução do consumo de energia (média brasileira 23% abaixo da média mundial)

**PAN-AMERICANA S/A INDÚSTRIAS QUÍMICAS**

- Possui certificação ISO 9.001 e ISO 14.001
- Unidade de tratamento de efluentes
- Redução do consumo de água e energia

**REXAM BEVERAGE CAN AMERICA S/A SOUTH**

- Publicação de relatórios de sustentabilidade
  - Venda de resíduos sólidos não recicláveis como insumo para indústria cimenteira
  - Unidade de tratamento de água
  - Reciclagem de alumínio
-

### SICPA BRASIL INDÚSTRIA DE TINTAS E SISTEMAS LTDA

- Possui certificações ISO 9.001, ISO 14.001 e OHSAS 18.001
- Política ambiental de redução do consumo de água e energia e da geração de resíduos e efluentes.

### SOCIEDADE MICHELIN DE PARTICIPAÇÕES INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

- Controle de emissão de gases do efeito estufa (38 milhões de toneladas evitadas desde 1992\*)
- Redução contínua do consumo de combustíveis (15 bilhões de litros economizados desde 1992\*)

\* Esses dados referem-se à Michelin como um todo, não considerando apenas a filial do DISC, portanto conclui-se que não há iniciativas específicas nesta filial.

### THISSENKRUPP CSA SIDERÚRGICA DO ATLANTICO

- Investimentos em projetos sociais, como construção de unidades de saúde e qualificação profissional
- Sistema de captação de água de chuva
- Duas unidades de tratamento de água
- Três estações de monitoramento da qualidade do ar
- Eficiência energética e reutilização de resíduos na produção (média de emissão de gases em sua produção é de 1,65 ton CO<sub>2</sub>/ton aço enquanto a média mundial é de 2,34 ton CO<sub>2</sub>/ton aço).
- Reaproveitamento de gases e calor, na geração de energia
- Venda da escória, resíduo da fabricação do ferro-gusa, como insumo para a indústria cimenteira\*.
- Proteção de área de manguezal.

\*A indústria em questão não faz parte da AEDIN, portanto esta relação não é considerada como simbiose industrial dentro do escopo deste trabalho.

### TRANSCOR INDÚSTRIA DE PIGMENTOS E CORANTES LTDA

- Não divulgados.
-

## VALESUL ALUMÍNIO

- Possui certificações ISO 9.002 e OHAS 18.001
- Precipitador eletrostático para purificação de gases
- Duas estações de monitoramento da qualidade do ar
- Unidade de tratamento do esgoto doméstico gerado na planta
- Programa de Coleta Seletiva interna desde 2002.
- “Projeto Verde Alumínio” de reflorestamento desde 1989, já plantou mais de 700 mil mudas no entorno
- Reciclagem de alumínio

---

Elaboração própria a partir de AEDIN, 2002 e atualizado a partir do site das empresas.

É importante ressaltar que as informações apresentados na Tabela 6 foram obtidas nos sites de cada empresa, e não foram verificadas em campo. Pode-se supor que alguns dos dados estejam desatualizados ou sejam imprecisos.

Nota-se que apenas 6 empresas possuem certificação ISO 14.001 de gestão ambiental, 5 possuem estação própria de tratamento de efluentes e/ou água, 4 possuem programas de reciclagem e/ou coleta seletiva interna, 4 possuem projetos de educação ambiental, 2 possuem estações de monitoramento da qualidade do ar e várias possuem sistemas de “redução do consumo de água e energia”, porém estes não são especificados.

A presença das estações individuais de tratamento de efluentes, assim como as estações de monitoramento da qualidade do ar e os programas de coleta seletiva explicitam a individualidade das indústrias. As empresas presentes no DISC ainda relutam em compartilhar informações entre si e reformular seus processos internos de modo a se integrar ao parque como um todo e preferem seguir atuando isoladamente.

Seria interessante unir esses sistemas de tratamento de efluentes em uma única estação, que seria mais eficiente e cuja manutenção seria mais econômica financeiramente. Os programas de coleta seletiva deveriam abranger todas as organizações, o que facilitaria também na elaboração do inventário de resíduos.

Portanto, o Ecopolo Industrial de Santa Cruz, por mais que seja um distrito industrial no qual há gestão compartilhada das áreas públicas, no que se refere à

iluminação de ruas e segurança, e seja evidente o interesse por parte das indústrias de reduzir seus impactos ambientais, este não apresenta relações concretas de troca entre elas, o que, impossibilita sua classificação como um Parque Industrial Ecológico, apesar de ter potencial para tal.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho tem como objetivo divulgar o conceito de Ecologia Industrial, seus principais elementos, princípios e vantagens. Foram apresentados seus principais instrumentos de aplicação: Simbiose Industrial e Parques Industriais Ecológicos.

Foi feito um panorama das iniciativas internacionais ao redor do mundo, citando algumas das políticas referentes à Ecologia Industrial existentes em países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Como era esperado, foram encontradas mais iniciativas de Parques Industriais Ecológicos em países desenvolvidos, pois estes possuem legislação ambiental mais moderna e maior capacidade de financiamento de projetos através de subsídios. Além disso, por ter uma industrialização mais antiga, é mais provável a presença de grandes empresas que atuem como âncoras, o que reduz os riscos iniciais de implantação.

O caso mais citado na literatura é o caso de Kalundborg na Dinamarca. Neste PIE, as relações de Simbiose Industrial começaram a surgir por iniciativa das próprias indústrias, visando benefícios econômicos. No caso da TEDA, na China, a simbiose se iniciou de forma semelhante, priorizando a infraestrutura pública compartilhada, como estações de tratamento de efluentes industriais, esgoto e água e cogeração de energia. Em ambos os casos, a escassez de água e/ou de terra, exerceu influência sobre a forma com a qual as indústrias lidam com seus recursos.

No caso de Santa Cruz, entretanto, apesar do ânimo inicial das indústrias de trabalharem em conjunto, que culminou com a fundação da AEDIN, as relações de simbiose custam a se desenvolver. Cada empresa do Ecopolo de Santa Cruz possui uma consciência ambiental e 6 delas possuem a certificação ISO 14.001 para seus sistemas de gestão ambiental, porém essas empresas ainda relutam em compartilhar informações entre si e preferem agir isoladamente.

Conforme mencionado, um dos principais elementos necessários para o estabelecimento de relações de simbiose industrial é a confiança entre as partes. Esta confiança não se refere apenas ao compartilhamento de dados, se refere também à dúvida que a outra parte envolvida cumprirá suas responsabilidades. Desta forma, cada

indústria evita se comprometer com as outras, de modo a não ser associada a possíveis danos que estas venham a causar.

Isso mostra uma visão ultrapassada por parte das empresas brasileiras, que, por receio, não se associam fortemente, e perdem oportunidades de economia, redução de impactos ambientais e utilização do “*marketing verde*” como forma de atrair novos mercados.

Tanto no caso da TEDA, como em Kalundborg, muitas relações de simbiose já estavam estabelecidas antes de o distrito industrial virar oficialmente um PIE. Nestes casos, esta denominação foi importante especialmente para justificar incentivos do governo, porém o uso do termo não garante por si só que um distrito industrial seja um parque industrial ecológico. No caso de Santa Cruz, as relações de simbiose ainda precisam evoluir consideravelmente antes que este possa ser chamado de Parque Ecológico Industrial.

A Tabela 7 a seguir apresenta um resumo das características apresentadas por cada PIE estudado neste trabalho.

Tabela 7 - Resumo das características dos PIEs apresentados.

Característica	Kalundborg	TEDA	Santa Cruz
Primeira Indústria instalada	1959	1984	1963
Formalização do PIE	1996 (criação do <i>Symbiosis Institute</i> )	2008 (oficialmente reconhecido como PIE pela SEPA)	2002 (assinatura do Termo de Compromisso com a FEEMA)
Número de trocas de bens tangíveis (água, material, energia)	30	70	-
Indústrias Âncoras	Usina termoeletrica, refinaria de petróleo, indústria farmacêutica e de biotecnologia.	indústrias eletrônica, automobilística, farmacêutica e alimentícia	Indústrias siderúrgica e metalúrgica

Elaboração própria.

A variedade de tipologias presentes em Santa Cruz e a presença de indústrias âncora forma o cenário técnico ideal para o estabelecimento de sinergias. Porém, nota-se ainda a falta de pró-atividade por parte das empresas. Uma sugestão para solucionar este problema seria a contratação de empresas de consultoria na área ambiental. Além disso, recomenda-se que a presidência e diretorias da AEDIN sejam ocupadas por pessoas que não possuam vínculo empregatício com nenhuma das empresas do DISC, para que elas possam se dedicar exclusivamente à gestão do parque e para que esta seja feita de forma imparcial.

Neste caso, onde as empresas têm dificuldade em associar-se, faz-se necessária uma maior intervenção do governo no sentido de incentivar a simbiose industrial e gestão compartilhada do parque. A retomada do Projeto Rio Ecopolo por parte do governo estadual seria a situação ideal para evolução do Ecopolo Industrial de Santa Cruz e dos outros instalados no RJ, uma vez que seus princípios estão de acordo com o cenário legal favorável ao desenvolvimento das simbioses industriais, pois permite que o Plano de Gestão do PIE e as ações propostas no mesmo sejam desenvolvidos pelas

próprias indústrias, através de modelo próprio, adequado às suas características e particularidades.

### **5.1. Recomendações para Estudos Futuros**

Os dados utilizados neste estudo para a avaliação do Ecopolo de Santa Cruz são superficiais. Shi [2009] executou pesquisa de campo durante dois anos de modo a identificar as relações de simbiose existentes na TEDA.

No caso de Santa Cruz, seria necessária a mesma dedicação com o objetivo de fazer um inventário de resíduos. Recomenda-se que as informações a respeito destes resíduos sejam obtidas por um grupo externo às indústrias, uma vez que estas evitam fornecer dados concretos. A partir deste inventário, seria possível verificar os fluxos de entrada e saída de materiais presentes em cada indústria, de modo que as possíveis simbioses seriam encontradas.

É preciso realizar análises químicas dos resíduos e efluentes gerados, visando identificar a necessidade de tratamento destes antes que possam ser usados como matérias-primas em outros processos. É interessante também para verificar a viabilidade de geração de energia a partir dos óleos gerados no Distrito Industrial de Santa Cruz, pois já existe uma usina termelétrica instalada no local.

Recomenda-se a elaboração de estudos semelhantes em outros distritos industriais do país, com o objetivo de incentivar a implantação de novos PIEs.

Já que as indústrias brasileiras se mostram mais receosas em relação a mudanças, é preciso que o governo em níveis Federal, Estadual e Municipal dê o pontapé inicial para incentivar este tipo de desenvolvimento econômico.

Seria interessante também a realização de uma análise técnico-econômica para dimensionar os ganhos financeiros, sociais e ambientais decorrentes da instalação de PIEs no Brasil, visando desta forma, chamar a atenção dos atores privados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEDIN, Relatório de Sustentabilidade do Ecopolo Distrito Industrial de Santa Cruz, Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz. Brasil, **2002**.

ASHTON, W., Understanding the Organization of Industrial Ecosystems – A Social Network Approach, Journal of Industrial Ecology, V. 12. EUA, **2008**.

AYRES, R.U., Industrial Metabolism, Technology and Environment, National Academy Press. EUA, **1989**.

BERKEL, R.V., FUJITA T., HASHIMOTO, S., GENGA, Y., Industrial and urban symbiosis in Japan: Analysis of the Eco-Town program 1997–2006, Journal of Environmental Management V. 90. Japão, **2008**.

BRENT, C.A., OELOFSE S., GODFREY, L., Advancing the concepts of industrial ecology in South African institutions, South African Journal of Science V.104. África do Sul, **2008**.

CHERTOW, M., Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy, Annual Review of Energy and Environment, V.25. EUA, **2000**.

CHERTOW, M., “Uncovering” Industrial Symbiosis, Journal of Industrial Ecology, V.11 EUA, **2007**.

CHERTOW, M. e EHRENFELD, J., Organizing Self-Organizing Systems - Toward a Theory of Industrial Symbiosis, Journal of Industrial Ecology, V.16. EUA, **2012**.

CNI, A Indústria e o Brasil – Uma Agenda para Crescer Mais e Melhor, Confederação Nacional da Indústria. Brasil, **2010**.

COPPE/UFRJ/IBAM, Revisão do Zoneamento Industrial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – Relatório Final, Consórcio COPPE/UFRJ/IBAM. Brasil, **2000**.

DAIN, A., Analyse et Evaluation de la Perennite des Demarches d’Ecologie Industrielle Et Territoriale, Universite De Technologie De Troyes. França, **2010**.

DOYLE, B., *et al.*, Eco-Industrial Parks: A Case Study and Analysis of Economic, Environmental, Technical, and Regulatory Issues, US-EPA. EUA, **1996**.

EHRENFELD, J.R. e CHERTOW M.R., Industrial symbiosis: The legacy of Kalundborg. In Handbook of Industrial Ecology, edited by Ayres R.U. and Ayres L.W. Edward Elgar Publishing Limited. Reino Unido, **2002**.

ERKMAN, S., Industrial Ecology: an historical view, Journal of Cleaner Production, V. 5, Elsevier Science. Inglaterra, **1997**.

ERKMAN, S., Industrial Ecology: a new perspective on the future of the industrial system, Assemblée annuelle de la Société Suisse de Pneumologie. Suíça, **2001**.

FRAGOMENI, A.L., Parques Industriais Ecológicos como Instrumento de Planejamento e Gestão Ambiental Cooperativa, PPE/COPPE/UFRJ. Brasil, **2005**.

FROSC R.A., GALLOPOULOS, N.E. Strategies for manufacturing, Scientific American, V.261. EUA, **1989**.

GARNER, A., Industrial Ecology: An Introduction, Pollution Prevention and Industrial Ecology, University of Michigan. EUA, **1995**.

GERTLER, N., Industrial Ecosystems: Developing Sustainable Industrial Structures, Massachusetts Institute of Technology (MIT). EUA, **1995**.

GIBBS, D., Industrial Symbiosis and Eco-Industrial Development: An Introduction, Geography Compass, Blackwell Publishing Ltd. Reino Unido, **2008**.

JELINSKI, L.W., GRAAEDEL, T.E., LAUDISE, R.A., McCALL, D.W. e PATEL, C.K.N., Industrial Ecology: Concepts and Approaches, Procedures National Academy of Science, V. 89. EUA, **1992**.

KOENIG, A.W., The Eco-Industrial Park Development - A Guide for Chinese Government Officials and Industrial Park Managers, EU-China Environmental Management Cooperation Programme. China, **2005**.

KORHONEN, J., MALMBORG, F.V., STRACHAN, P.A., EHRENFELD, J.R., Management and Policy Aspects of Industrial Ecology: an Emerging Research Agenda, Wiley InterScience. Inglaterra, **2004**.

LOMBARDI, R., LAYBOURN, P., Redefining Industrial Symbiosis – Crossing Academic–Practitioner Boundaries, Journal of Industrial Ecology, V.16. EUA, **2012**.

LOWE, E., Eco-Industrial Park Handbook for Asian Developing Countries, Indigo Development. EUA, **2001**.

MAGRINI, A., VEIGA, L.B.E., Eco Industrial Park Development In Rio de Janeiro Metropolitan Area, Brazil: a Solution for Rio de Janeiro State Industrial Park Settlement Re-Design?, In: Sardinia 2009-Twelfth International Waste Management and Landfill Symposium. Itália, **2009**.

MAGRINI, A., VEIGA, L.B.E., Industrial Ecology: Developing Countries Experiences, In: ISWA World Solid Waste Congress. Itália, **2012**.

MASSARD, G. e ERKMAN, S., A regional Industrial Symbiosis methodology and its implementation in Geneva, Switzerland, University of Lausanne. Suíça, **2007**.

MIRATA, M., Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges, Journal of Cleaner Production V.12. Suécia, **2004**.

SAIKKU, L., Eco-industrial parks: A background report for the eco-industrial park project at Rantasalmi, Regional Council of Etelä-Savo. Finlândia, **2006**.

SAKR D., BAAS, B., EL-HAGGAR S., HUISINGH, D., Critical success and limiting factors for eco-industrial parks: global trends and Egyptian context, Journal of Cleaner Production V.19. Egito, **2011**.

SHI, H., CHERTOW, M., SONG, Y., Developing country experience with eco-industrial parks: a case study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China, Journal of Cleaner Production V.18. EUA, **2009**.

SHI, H., TIAN, J., CHEN, L., China's Quest for Eco-industrial Parks - History and Distinctiveness, Journal of Industrial Ecology V.16. EUA, **2012**.

SOKKA, L., PAKARINEN, S., MELANEN, M., Industrial Symbiosis contributing to more sustainable energy use – an example from the forest industry in Kymenlaakso, Finland, Journal of Cleaner Production V.19. Finlândia, **2009**.

STARLANDER, J.E., Industrial Symbiosis: A Closer Look on Organizational Factors, a study based on the Industrial Symbiosis project in Landskrona, IIIIEE, Lund University. Suécia, **2003**.

TEDA, 2011 Annual Report of Tianjin Economic-Technological Development Area, Development & Reform Bureau of TEDA. China, **2011**.

VEIGA, L. B. E., Diretrizes para a implantação de um parque industrial ecológico: uma proposta para o PIE de Paracambi, PPE/COPPE/UFRJ. Brasil, **2007**.

VEIGA, L.B.E. e MAGRINI, A., Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development. Journal of Cleaner Production. V.17. Brasil, **2008**.

### **Sites Consultados:**

AEDIN <<http://www.aedin.com.br/>> Acesso em 01/03/2013.

International Society for Industrial Ecology <<http://www.is4ie.org/>> Acesso em 14/11/2012.

FIRJAN

<<http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE921D61B940121E97B6E7517BB.htm>>

Acesso em 05/01/2013.

IBGE <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/areaterritorial/principal.shtm>> Acesso em 03/03/2013.

IPEA

<[http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/governanca\\_metropolitana/projeto\\_governanca\\_oficial\\_rj.pdf](http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/governanca_metropolitana/projeto_governanca_oficial_rj.pdf)> Acesso em 03/03/2013.

International Synergies <<http://www.international-synergies.com/>> Acesso em 26/02/2013.

Kalundborg Symbiosis <<http://www.symbiosis.dk/en>> Acesso em 27/02/2013.

NISP <<http://www.nispnetwork.com/>> Acesso em 26/02/2013.

Portal Geo Rio < <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/bairros Cariocas/>> Acesso em 03/03/2013.

TEDA < <http://en.investteda.org/>> Acesso em 28/02/2013.

### **Outros:**

Entrevista com representante de uma empresa sócia da AEDIN e material (atas de reunião, etc), fornecidos por este.

## **ANEXO I – DECRETO ESTADUAL 31.339/2002 – PROJETO RIO ECOPOLO**

Publicado no D.O.E. em 05.06.2002

Institui o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial sustentável do Estado do Rio de Janeiro - Rio Ecopolo e dá outras providências.

**A GOVERNADORA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**, no uso de suas atribuições legais, tendo em vista o que consta do processo n.º E-11/30149/2002 e considerando, ainda, a necessidade de:

- criação de instrumentos econômicos que incentivem o desenvolvimento sustentável;
- melhoria da qualidade de vida e das condições ambientais no Estado do Rio de Janeiro;
- modernização do parque industrial do Estado do Rio de Janeiro através do incentivo à implantação de gestão ambiental e à utilização de tecnologias mais limpas;
- estímulo a parcerias entre governo e empresas;
- promoção da *eco-eficiência* nas empresas;
- fortalecimento da competitividade do parque industrial do Estado do Rio de Janeiro e
- geração de renda e de empregos através de investimentos que atendam às demandas ambientais,

### **DECRETA :**

**Art. 1.º** Fica instituído o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial sustentável do Estado do Rio de Janeiro - **RIO ECOPOLO**, regido pelo [Decreto-lei Estadual n.º 08/75](#), com suas posteriores alterações, pelo [Decreto n.º 22.921/97](#), com suas posteriores alterações, e pelos termos deste Decreto.

**Art. 2.º** Poderão ser enquadrados no Programa RIO ECOPOLO, para efeito de utilização de recursos oriundos do Fundo de Desenvolvimento Econômico Social - FUNDES, mediante decreto do governador do Estado:

- a) projetos que tenham por objetivo a adoção de processo de produção mais limpo e que importem em investimento de, no mínimo, 60.000 (sessenta mil) UFIR's - RJ;
- b) projetos destinados à transformação de resíduos e despejos em geral em matérias primas, desde que importem em investimentos de, no mínimo, 80.000 (oitenta mil)

UFIR's - RJ;

c) projetos para a reutilização de água no processo produtivo, e reciclagem de resíduos em geral, desde que importem em investimentos de, no mínimo, 100.000 (cem mil) UFIR's - RJ;

§ 1.º Os projetos de que trata o presente artigo poderão ser submetidos, individualmente ou em conjunto, por empresas localizadas em qualquer região do estado.

§ 2.º No caso de proposição conjunta, os limites de crédito serão estabelecidos proporcionalmente ao investimento realizado por cada uma das empresas.

**Art. 3.º** A liberação do financiamento a que se refere este Decreto ficará condicionada à apresentação, pela financiada, de Licença Ambiental ou documento de efeito equivalente expedida por órgão estadual competente, comprovando que o projeto está de acordo com a legislação ambiental vigente.

**Parágrafo único** - Uma vez em operação e quando exigido pelo Estado, a financiada deve apresentar, até 48 horas após a sua expedição, a Licença de Operação (LO), sob pena de interrupção do financiamento, até o cumprimento daquela obrigação.

*{redação do Art. 3.º, alterado pelo Decreto n.º 33.992/2003, vigente a partir de 30.09.2003}*

**Art. 4.º** Caberá à Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro - CODIN, na qualidade Órgão o Executor do FUNDES, implementar o RIO ECOPOLO, sob a supervisão da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico e Turismo".

*{redação do Art. 4.º, alterado pelo Decreto n.º 33.992/2003, vigente a partir de 30.09.2003}*

**Art. 5.º** Para efeito do enquadramento a que se refere o Art. 2.º, as empresas deverão submeter à avaliação da CODIN carta-consulta a ser padronizada por aquela Companhia, em conjunto com a FEEMA, no prazo de 30 (trinta) dias da edição deste Decreto.

**Art. 6.º** Após prévio enquadramento pela CODIN, as cartas-consulta serão encaminhadas à Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA, para que essa analise o projeto e emita pronunciamento técnico, sob a forma de parecer, a respeito dos seguintes aspectos:

I - **ENQUADRAMENTO:** análise do grau de compatibilidade do projeto com os recursos previstos para sua execução;

II - **QUALIFICAÇÃO INSTITUCIONAL:** análise das aptidões das empresas e entidades envolvidas ou responsáveis pelo projeto da empresa, especialmente no que concerne a recursos técnicos, materiais e humanos necessários à realização da iniciativa proposta;

**III - PERTINÊNCIA e ADEQUABILIDADE:** análise do mérito tecnológico e dos benefícios gerais do projeto;

**IV - IMPACTO AMBIENTAL E SOCIAL:** análise da viabilidade da efetiva apropriação dos resultados previstos por parte do setor produtivo e, por extensão, pela sociedade, como beneficiária final.

§ 1.º Os pareceres a que se refere o *caput* deste artigo poderão sugerir alterações da proposta que, acatadas pela(s) proponente(s), tornem possível sua aprovação.

§ 2.º A FEEMA poderá firmar convênios com instituições de comprovada capacitação técnica para que dêem suporte ao processo de análise dos projetos.

**Art. 7.º** Após a análise da FEEMA, a CODIN encaminhará ao Comitê Executivo do Programa RIO ECOPOLO a carta-consulta e os pareceres técnicos.

§ 1.º Considerando o teor dos documentos mencionados no *caput* deste artigo, ao Comitê Executivo caberá deliberar a respeito da concessão do benefício.

§ 2.º O Comitê Executivo de que trata o "caput" deste artigo reunir-se-á mensalmente para apreciação dos pleitos e será integrado pelos Secretários de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano e de Desenvolvimento Econômico e Turismo e pelos titulares da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA e da Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro - CODIN.

*{redação do § 2.º, do Art. 7.º, alterado pelo Decreto n.º 33.992/2003, vigente a partir de 30.09.2003}*

§ 3.º Os Secretários de Estado poderão indicar representantes especificamente designados para integrar o referido Comitê.

**Art. 8.º** O Comitê Executivo indicará representantes para que, em conjunto com técnicos da CODIN e da FEEMA, elaborem, no prazo de 30 (trinta) dias, a contar da data da publicação deste Decreto, as normas, regulamentos e critérios que deverão ser adotados para o enquadramento dos projetos no âmbito do RIO ECOPOLO.

**Art. 9.º** As operações do RIO ECOPOLO serão realizadas com contrapartida de garantias reais, fiduciárias ou securitárias oferecidas pelos beneficiários dos financiamentos.

**Art. 10.** O Agente Financeiro do RIO ECOPOLO será escolhido dentre os órgãos oficiais de crédito, mediante convênio de cooperação a ser assinado com o Estado.

*{redação do Art. 10, acrescentado pelo Decreto n.º 33.992/2003, vigente a partir de 30.09.2003}*

**Art. 11.** A CODIN e o Agente Financeiro farão jus, cada um, a título de remuneração, a 0,5% (meio por cento) do valor de cada parcela do financiamento contratado, no ato de sua liberação, cabendo, ainda, ao Agente Financeiro, uma remuneração adicional equivalente a 1,0% (um por cento) do valor de cada parcela de juros e de amortização, a

ser paga nas respectivas datas de vencimento.

*{redação do Art. 11, acrescentado pelo Decreto n.º 33.992/2003, vigente a partir de 30.09.2003}*

**Art. 12.** Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

*{redação original do Art. 10, renumerado para 12, pelo Decreto n.º 33.992/2003, vigente a partir de 30.09.2003}*

Rio de Janeiro, 04 de junho de 2002

**BENEDITA DA SILVA**

## **ANEXO**

### **Condições Financeiras do RIO ECOPOLO**

1- Valor do Financiamento:

a) para projetos enquadrados na alínea "a" do artigo 2.º: valor equivalente a, no máximo, 200% (duzentos por cento) em UFIR-RJ, do investimento fixo realizado;

b) para projetos enquadrados na alínea "b" do art. 2.º: valor equivalente a, no máximo, 150% (cento e cinquenta por cento) em UFIR-RJ, do investimento fixo realizado;

c) para projetos enquadrados na alínea "c" do artigo 2.º: valor equivalente a, no máximo, 100% (cem por cento) em UFIR-RJ, do investimento fixo realizado.

2 - Os recursos serão liberados em parcelas mensais equivalentes a, no máximo, 9% (nove por cento) do faturamento adicional apurado no mês anterior a cada liberação, condicionada esta à comprovação de que foram atingidos os objetivos do projeto e calculado tomando-se por base o faturamento médio, em UFIR's-RJ, dos 12 (doze) meses imediatamente anteriores à data da conclusão do projeto ou da data do protocolo de entrada da carta-consulta na CODIN.

2 - Liberação de recursos: em parcelas mensais equivalentes a, no máximo, 9% (nove por cento) do faturamento adicional no mês anterior a cada liberação.

2.1 - Considera-se base de cálculo, para apuração do faturamento adicional, o valor adicional calculado tornando-se por base o faturamento médio, em UFIR's - RJ, dos 12 (doze) meses imediatamente anteriores ao efetivo incremento da produção resultante da realização do projeto.

2.2 - Não será considerado na apuração do faturamento incremental o acréscimo de

produção que decorrer meramente de alteração na razão social ou de transferência de controle de quotas ou ações.

*{redação do item 2 do Anexo único, alterado pelo Decreto n.º 33.992/2003, vigente a partir de 30.09.2003}*

3 - Prazo de utilização: até 60 (sessenta) meses da data da concessão ou até que seja atingido o valor total do financiamento concedido para o projeto conforme descrito no item 1.

4 - Carência: até 84 (oitenta e quatro) meses, incluído o período de utilização.

5 - Amortização: até 60 (sessenta) meses, pelo *Sistema Price*.

6 - Juros nominais: 6,0% (seis por cento) a.a. fixos e devidos trimestralmente, durante a carência, e mensalmente, durante o período de amortização.

*{redação do item 6 do Anexo único, alterado pelo Decreto n.º 34.421/2003, vigente a partir de 02.12.2003}*

7 - Remuneração: será cobrado do financiado, a título de remuneração, 1,0% (um por cento) do valor de cada parcela do financiamento contratado, no ato de sua liberação, cabendo 0,5% (meio por cento) à CODIN e 0,5% (meio por cento) ao Agente Financeiro, sendo que este também fará jus a uma remuneração adicional equivalente a 1,0% (um por cento) do valor de cada parcela de juros e de amortização, a ser paga nas respectivas datas de vencimento.

*{redação do item 7 do Anexo único, alterado pelo Decreto n.º 33.992/2003, vigente a partir de 30.09.2003}*

8 - Custos: O financiamento pagará, ao Agente Financeiro, os custos relativos ao financiamento (cadastro, análise, acompanhamento, avaliação de garantias, etc.).

*{redação do item 8 do Anexo único, alterado pelo Decreto n.º 33.992/2003, vigente a partir de 30.09.2003}*

9 -  
.....  
.....

*{redação do item 9, excluído pelo Decreto n.º 34.421/2003, vigente a partir de 02.12.2003}*

10 -  
.....  
.....

*{redação do item 10, excluído pelo Decreto n.º 34.421/2003, vigente a partir de 02.12.2003}*

11 - Garantias: 100% (cem por cento) do valor do financiamento, nas modalidades usualmente aceitas pelo Estado.

*{redação do item 11 do Anexo único, acrescentado pelo Decreto n.º 33.992/2003, vigente a partir de 30.09.2003}*

## **ANEXO II – DECRETO ESTADUAL 33.992/2003 – PROJETO RIO ECOPOLO**

Publicado no D.O.E. em 30.09.2003

Altera dispositivos do Decreto nº 31.339, de 04 de junho de 2002, que instituiu o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial Sustentável do Estado do Rio de Janeiro - RIO ECOPOLO e dá outras providências.

**A GOVERNADORA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**, no uso de suas atribuições constitucionais e legais, tendo em vista o constante no processo nº E-11/30.211/03 e

### **CONSIDERANDO:**

- a necessidade de se conferir maior agilidade aos processos de enquadramento no Programa **RIOECOPOLO**, transferindo a exigência da comprovação de adequação ambiental para o momento da concessão do financiamento,
- que o Agente Financeiro do FUNDES também faz jus a uma remuneração, a título de ressarcimento de despesas operacionais, quando do pagamento de cada parcela de juros e de amortização,

Considerando que o anexo ao [Decreto n.º 31.339/02](#) deve ser ajustado para atualizar as condições financeiras e operacionais estabelecidas para o Programa,

### **D E C R E T A:**

**Art. 1.º** Ficam alterados os artigos 3.º, 4.º, o § 2.º do art. 7.º do [Decreto](#)

n.º 31.339, de 04 de junho de 2002, que instituiu o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial Sustentável do Estado do Rio de Janeiro – **RIO ECOPOLO**, que passam a vigor com a seguinte redação:

**Art. 1.º** Ficam alterados os artigos 3º, 4º, o §2º do art. 7º do [Decreto n.º 31.339](#), de 04 de junho de 2002, que instituiu o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial Sustentável do Estado do Rio de Janeiro - RIO ECOPOLO, que passam a vigor com a seguinte redação:

"Art. 3º - A liberação do financiamento a que se refere este Decreto ficará condicionada à apresentação, pela financiada, de Licença Ambiental ou documento de efeito equivalente expedida por órgão estadual competente, comprovando que o projeto está de acordo com a legislação ambiental vigente.

Parágrafo único - Uma vez em operação e quando exigido pelo Estado, a financiada deve apresentar, até 48 horas após a sua expedição, a Licença de Operação (LO), sob pena de interrupção do financiamento, até o cumprimento daquela obrigação".

"Art. 4º - Caberá à Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro - CODIN, na qualidade Órgão o Executor do FUNDES, implementar o RIO ECOPOLO, sob a supervisão da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico e Turismo".

"Art. 7º -

.....

§ 1º -

.....

§ 2º - O Comitê Executivo de que trata o "caput" deste artigo reunir-se-á mensalmente para apreciação dos pleitos e será integrado pelos Secretários de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano e de Desenvolvimento Econômico e Turismo e pelos titulares da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA e da Companhia de

Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro - CODIN".

**Art. 2.º** Ficam incluídos os arts. 10 e 11, com a renumeração do artigo subsequente, com a seguinte redação:

"Art. 10 - O Agente Financeiro do RIO ECOPOLO será escolhido dentre os órgãos oficiais de crédito, mediante convênio de cooperação a ser assinado com o Estado".

"Art. 11 - A CODIN e o Agente Financeiro farão jus, cada um, a título de remuneração, a 0,5% (meio por cento) do valor de cada parcela do financiamento contratado, no ato de sua liberação, cabendo, ainda, ao Agente Financeiro, uma remuneração adicional equivalente a 1,0% (um por cento) do valor de cada parcela de juros e de amortização, a ser paga nas respectivas datas de vencimento".

**Art. 3.º** Ficam alterados os itens 2, 6, 7 e 8 e incluído o item 11 do Anexo Único ao Decreto nº 31.339/2002, com a seguinte redação:

## " ANEXO ÚNICO

### **Condições Financeiras do RIO ECOPOLO**

1 - .....

2 - Liberação de recursos: em parcelas mensais equivalentes a, no máximo, 9% (nove por cento) do faturamento adicional no mês anterior a cada liberação.

"2.1 - Considera-se base de cálculo, para apuração do faturamento adicional, o valor adicional calculado tornando-se por base o faturamento médio, em UFIR's - RJ, dos 12 (doze) meses imediatamente anteriores ao efetivo incremento da produção resultante da realização do projeto.

2.2 - Não será considerado na apuração do faturamento incremental o acréscimo de produção que decorrer meramente de alteração na razão

social ou de transferência de controle de quotas ou ações.

3- .....

6 - Juros nominais: 6,0% (seis por cento) a.a. fixos, devidos, trimestralmente, durante a carência, e mensalmente, durante o período de amortização.

7 - Remuneração: será cobrado do financiado, a título de remuneração, 1,0% (um por cento) do valor de cada parcela do financiamento contratado, no ato de sua liberação, cabendo 0,5% (meio por cento) à CODIN e 0,5% (meio por cento) ao Agente Financeiro, sendo que este também fará jus a uma remuneração adicional equivalente a 1,0% (um por cento) do valor de cada parcela de juros e de amortização, a ser paga nas respectivas datas de vencimento.

8 - Custos: O financiamento pagará, ao Agente Financeiro, os custos relativos ao financiamento (cadastro, análise, acompanhamento, avaliação de garantias, etc.).

11 - Garantias: 100% (cem por cento) do valor do financiamento, nas modalidades usualmente aceitas pelo Estado".

**Art. 4.º** Este decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 29 de setembro de 2003

**ROSINHA GAROTINHO**