



Encontro da Sociedade
Brasileira de Economia
Ecológica

Brasília, 4 a 8 de Outubro de 2011

Políticas Públicas e a Perspectiva da Economia Ecológica

IX ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO
Outubro de 2011
Brasília - DF - Brasil

ECOPARQUES INDUSTRIAIS: ALGUMAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

Salomão Franco Neves (UnB) - salomaneves@yahoo.com.br

Economista com especialização em Administração de Empresas pelo ISAE/FGV (2007) e mestrado em Desenvolvimento Regional pela UFAM (2008). Atualmente é Professor Assistente I do Departamento de Economia e Análise da UFAM e doutorando em Desenvolvimento Sust

Armando de Azevedo Caldeira-Pires (UnB) - armandcp@unb.br

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Técnica de Lisboa em 1995. Professor Adjunto da UnB, Professor Visitante da School of Renewable Energy Systems-University of Iceland (Course on LCA of Renewable Energy Systems) e Pesquisador Visitante do Ins

João Nildo de Souza Vianna (UnB) - vianna@unb.br

Doutorado pelo Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, França(1984)

ECOPARQUES INDUSTRIAIS: ALGUMAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

Eixo temático – Seção: A economia verde e as inovações tecnológicas ambientais/ Subseção: indústrias não poluentes e ecologia industrial

Resumo

Entendido como uma forma prática de se aplicar a simbiose industrial, um Ecoparque Industrial (Eco-Industrial Park – EIP) é uma comunidade de empresas fornecedoras de bens e serviços em uma determinada propriedade e tem por objetivo melhorar a desempenho econômico das empresas participantes enquanto minimiza os impactos ambientais e colaborando para uma melhor gestão ambiental e de recursos, o que por sua vez implica em princípios de produção limpa, prevenção da poluição e eficiência energética. Isto posto, este artigo tem como objetivo descrever algumas evidências empíricas de EIPs por meio de uma breve revisão da literatura. A partir disso será possível constatar os fatores que permitem a aproximação e as diferenças de tais experiências.

Palavras-chave: Ecoparques, Redes ecoindustriais, Simbiose industrial

Abstract

Conceived as a practical way to apply to industrial symbiosis, an Eco-Industrial Park - EIP is a community of suppliers of goods and services in a particular property and aims to improve the economic performance of participating companies while minimizing environmental impacts and contributing to better environmental management and resources, which in turn implies the principles of cleaner production, pollution prevention and energy efficiency. This article aims to describe some empirical evidence of EIPs by available literature review. From there is possible note the factors that allow the approach and differences from such experiences.

Keywords: Eco-industrial parks, Eco-industrial networks, Industrial Symbiosis

1. Introdução

Melhorias em termos de ecoeficiência implicam não apenas em melhorias das tecnologias disponíveis como também uma organização industrial que atenda os seus pré-requisitos. Os parques industriais tradicionais, tradicionalmente localizados longe de áreas residenciais no intuito de evitar problemas relacionados à poluição atmosférica e sonora, por exemplo, tornam-se cada vez mais próximos dessas áreas devido ao crescimento das cidades e da população, podendo tornar-se uma situação insustentável com o passar dos anos (CARR, 1998).

Isto posto, no âmbito da ecologia industrial, o conceito de ecoparques industriais (na literatura inglesa Eco-Industrial Park – EIP), entendido como uma ação público/privada que, considerando o metabolismo industrial, procura uma aproximação ecológica com o design e processos dos parques industriais (CARR, 1998; COTÉ et al, 1995), acarretando na existência de um novo modelo de parque industrial com vantagens competitivas envolvendo trocas simbióticas de materiais, energia, água e produtos com redução dos impactos ambientais (LOWE et al, 1997; SHI et al, 2009; VEIGA et al, 2009), torna-se cada vez mais difundido e estudado nas pesquisas que envolvam alguma interação entre o desenvolvimento industrial e o sustentável.

Assim, como uma forma prática de se aplicar a simbiose industrial, um Ecoparque Industrial (Eco-Industrial Park – EIP) é uma comunidade de empresas fornecedoras de bens e serviços em uma determinada propriedade (DOYLE, 1996; LOWE, 1998; LOWE 2001), tendo por objetivo melhorar o desempenho econômico das empresas participantes enquanto minimiza os impactos ambientais e colaborando para uma melhor gestão ambiental e de recursos, o que por sua vez implica em princípios de produção limpa, prevenção da poluição e eficiência energética

Um dos casos mais famosos de criação de EIPs é o caso da espontânea, mas lenta, evolução da simbiose industrial ocorrida em Kalundborg, Dinamarca. Desde então, o aparente sucesso deste projeto tem acarretado no desenvolvimento de diversas experiências de EIPs ao redor do mundo. Isto posto, este artigo tem

como objetivo descrever algumas evidências empíricas de EIPs por meio de uma breve revisão da literatura. A partir disso será possível constatar os fatores que permitem a aproximação e as diferenças de tais experiências.

2. Materiais e método

No sentido de viabilizar o objetivo proposto por esta pesquisa, parte-se de um método dedutivo com uma postura descritiva, pois a análise é realizada no sentido do geral para o particular e procura descrever as experiências de EIPs do ponto de vista de suas características, assim como também de seus fatores condicionantes. Para tal, procedeu-se de pesquisa bibliográfica relacionada ao assunto em questão.

Do ponto de vista da organização, este estudo é iniciado com a descrição dos EIPs do ponto de vista dos principais pré-requisitos para a sua viabilização. Posteriormente, descreve-se algumas evidências empíricas de EIPs, ressaltando não apenas experiências de destaque como a de Kalundborg mas também as verificadas nos Estados Unidos, Holanda e China. De posse dessas informações, torna-se possível verificar algumas características em comum, bem como alguns fatores condicionantes.

3. Ecoparques industriais: alcances e limitações

A fim de que possa cumprir os seus objetivos, um EIP deve ter como suporte uma série de tecnologias, que vão desde as da informação até questões de logística, além das relacionadas a gestão ambiental. Tais tecnologias devem conter um nível significativo de inter e intra relações, o que é uma característica própria da complexidade que envolve o conceito em questão.

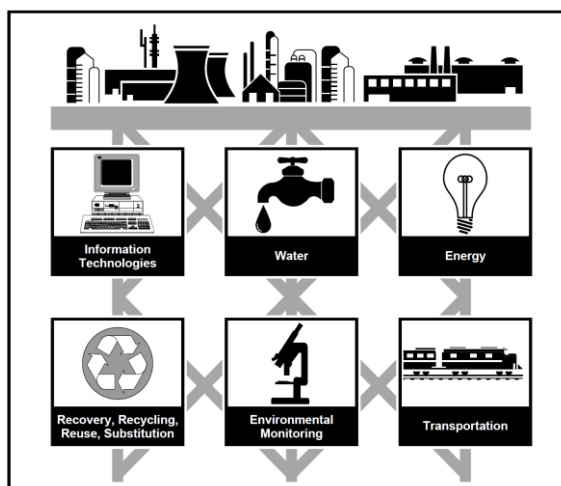


Figura 1 Tecnologias que suportam o EIP
 Fonte: Doyle (1996)

Algumas empresas costumam utilizar o termo EIP por questões de moda. A evolução e desenvolvimento de um Ecoparque Industrial requerem maior precisão e amplitude para legitimar o seu significado, posto que plantar árvores ou adotar o reuso da água em prédios não é suficiente para caracterizar um ecoparque e/ou proporcionar vantagens competitivas, apesar de ser um bom começo para tal (LOWE, 2001; PECK, 2002) Para ser um verdadeiro EIP deve-se ter mais do que (DOYLE, 1996; COTÉ et al, 1998; LOWE, 2001):

- Redes de trocas entre insumos
- Um cluster de reciclagem
- Companhias de tecnologia ambiental
- Fabricação de produtos “verdes”
- Design temático (ex.: um EIP baseado em energia solar)
- Infraestrutura ambiental adequada
- Variabilidade no uso (comercial, residencial, insustrial)

Para Doyle (1996), um EIP pode conter qualquer uma dessas características. Todavia, o elemento que o define como Ecoparque Industrial é a interação entre os agentes relacionados ao ambiente de negócios e o meio ambiente.

A implantação de um EIP oferece benefícios não apenas para as indústrias, por meio da redução de custos; eficiência energética, re uso de materiais e produtos mais competitivos, mas também para o meio ambiente e sociedade via redução da poluição, desperdício, demanda por recursos naturais e geração de emprego e renda, além de novos clientes e serviços.

Entretanto, o sucesso da implantação de um EIP depende não apenas das empresas em si, mas principalmente da cooperação entre as agências de governo, profissionais, projetistas e companhias localizadas no parque industrial. Dado os seus custos de implementação, projetos de EIP podem necessitar de financiamentos de longo prazo, dependendo do foco e das escolhas a serem feitas pela parte gestora, e o governo, dada as suas características e atribuições econômicas, pode estar mais preparado para arcar com estes custos do que o setor privado, pois alguns parques industriais são compostos, em sua maioria, por empresas de pequeno porte. Para elas, gastos em performance ambiental tendem a ser relativamente caros, o que implica na necessidade de mecanismos de financiamento (LOWE, 2001).

Não obstante, a criação de um EIP envolve diversas ameaças. Dentre elas, uma que pode ser uma limitação em potencial é o uso/reaproveitamento compartilhado dos insumos, considerada uma de suas principais características: na medida em que ocorre o reaproveitamento de insumos entre as empresas, é instituído um adensamento da cadeia produtiva, que pode ser comprometido na medida em que ocorrem a entrada e saída de empresas da indústria, pois tal fato pode dificultar a substituição de insumos e por sua vez a produção de bens finais. Outra ameaça significativa é a incompatibilidade de regulamentação entre as agências reguladoras, que podem não permitir possíveis inovações no tocante a implementação/ gerência do EIP. Além disso, algumas empresas não trabalham “em comunidade”. Isso é muito comum quando o EIP contém empresas de vários países

Considerando que o desenvolvimento de um EIP deve seguir as particularidades do local onde ele é instituído, diversos autores tem dado contribuições no tocante as suas estratégias de criação e experiências (LOWE,

2001; COTÉ et al, 1995; DOYLE, 1996; HEERES et al, 2004; KORHONEN, 2004; KORHONEN et al, 2005). Dentre estas, merece destaque as abaixo:

- Integração com os recursos naturais: redução dos impactos ambientais integrando o EIP com os aspectos hidrológicos, geológicos e ecossistêmicos
- Sistemas energéticos: Maximizar a eficiência energética por meio de design adequado das fábricas e utilização de fontes de energia renováveis
- Fluxo de materiais e gestão de desperdício: Ênfase na produção limpa e na prevenção da poluição; reúso máximo e reciclagem de materiais
- Recursos hídricos: Design de fluxos para conservar recursos e reduzir a poluição.
- Gestão efetiva do EIP: manter a rede de cooperação entre as empresas; estímulo a performance ambiental; sistemas de informação e feedback
- Construção/ Reabilitação: seguir as melhores tecnologias ambientais de seleção e construção. Ex: Reciclo, Reúso, ACV
- Integração com a comunidade: buscar benefícios econômicos e sociais via investimento em capital humano e planejamento urbano.

Dadas as estratégias, torna-se importante definir o alcance das experiências em ecologia industrial posto que, como foi dito anteriormente, troca de insumos, design temático ou clusters de reciclagem são insuficientes para caracterizar um Ecoparque Industrial. Logo, as experiências de elaboração de projetos ecoindustriais são classificadas em três categorias básicas (LOWE, 2001)

- Ecoparque industrial (Eco-industrial Park or estate) – EIP: um Parque Industrial desenvolvido e gerenciado como uma empresa de desenvolvimento imobiliário, buscando benefícios econômicos, sociais e ambientais aliados a excelência empresarial.
- By-product Exchange – BPX: conjunto de companhias que utilizam seus subprodutos (energia, água e demais materiais) ao invés de eliminá-los como perdas (resíduos). Também conhecido por *industrial*

ecosystem, by-product synergy, industrial symbiosis, industrial recycling network, green twinning, and zero emissions network.

- Redes ecoindustriais (Eco-industrial network) – EIN: Conjunto de companhias colaborando para melhorar seu desempenho econômico, social e ambiental em uma determinada região. Uma EIN pode conter EIPs e/ou uma rede de empresas isoladas que pode colaborar entre si para criar redes de trocas de insumos e incubação de novas empresas.

Tanto um EIP quanto uma EIN pode conter programas de BPX, todavia o inverso não se aplica. Sob o mesmo ponto de vista, uma EIN pode conter BPX, mas não necessariamente um Ecoparque. Assim, é verificado que, como prediz o conceito de simbiose industrial, o intercâmbio/reaproveitamento de materiais é condição essencial para a implementação de projetos ecoindustriais.

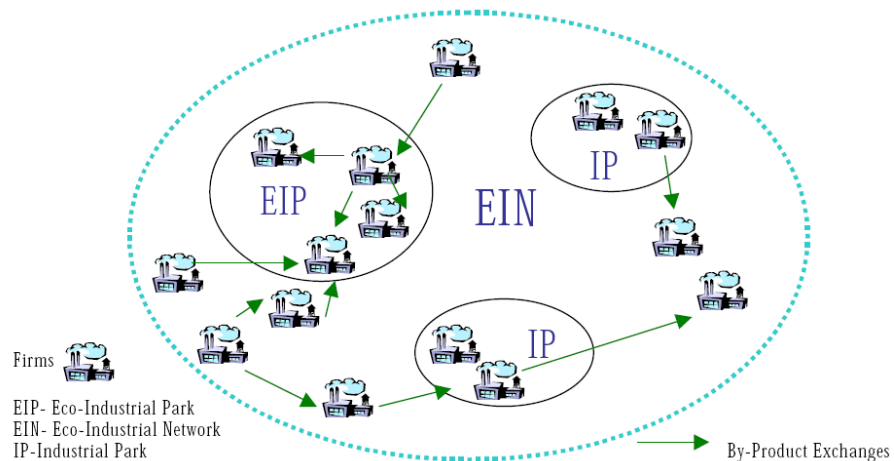


Figura 2 Um modelo de ecoparque industrial e suas relações com os parques industriais.
Fonte: Lowe (2001).

Para que seja implementado um ecoparque, torna-se necessário uma equipe interdisciplinar, composta por profissionais das áreas de engenharia e arquitetura, assim como também da área gerencial, a fim de que as ações planejadas por estes sejam concretizadas (CARR, 1997). Tais ações consistem em uma serie de estratégias e princípios como, por exemplo, o fato de que o complexo em questão seja construído de forma a manter a maior quantidade possível das funções ecológicas do terreno, além da redução da utilização de

materiais tóxicos e de matéria-prima não renovável (COTÉ et al, 1995). Ainda no âmbito das estratégias, Lowe (2001) ressalta que o gerenciamento do parque deve:

- Permitir desenvolvimento da performance ambiental tanto para as empresas individualmente quanto para o parque como um todo
- Manter um mix de companhias necessárias para manter relações intra/inter empresas com o passar do tempo.
- Gerenciar um sistema de informações que suporte as comunicações entre as companhias de suas respectivas condições ambientais, além de providenciar o feedback acerca do desempenho do ecoparque.

4. Evidências empíricas de Ecoparques Industriais

Um dos casos mais famosos de criação de ecoparques é o caso da espontânea, mas lenta, evolução da simbiose industrial ocorrida em Kalundborg, Dinamarca. (LOWE et al, 1997; EHERENFELD et al, 1997; LOWE et al, 1998; COTÉ et al, 1998; LOWE, 2001; PECK, 2002; KORHONEN, 2005; JACOBSEN, 2006; NASCIMENTO, 2009). Tomando este caso como exemplo, baseado em informações da Indigo Development (2005), para que se elabore um ecoparque são necessárias condições como heterogeneidade das indústrias envolvidas, retorno financeiro, desenvolvimento voluntario em conjunto com as agencias reguladoras, proximidade de parceiros e relacionamento entre os gerentes das empresas envolvidas.

O Distrito Industrial de Kalundborg foi criado nos anos 1960 e é composto de quatro industrias centrais:

- Asnaes Power Station – uma usina termelétrica de 1,500 megawatts
- Uma refinaria gerenciada pela Statoil
- Novo Nordisk, fabricante de produtos farmacêuticos e enzimas

- Gyproc, uma fabricante de placas de gesso

Várias empresas ao longo do município, assim como também firmas fora desta área, fazem uso dos subprodutos oriundos dos processos produtivos destas empresas, assim como também os recursos energéticos, transformando-os em matéria prima. O nível de simbiose deste complexo aumentou gradualmente ao longo dos anos, conforme é observado no quadro 1 (EHERENFELD et al, 1997):

Year	Action
1959	Asnaes power station commissioned
1961	Statoil refinery commissioned; water piped from Lake Tissø
1972	Gyproc A/S built; gas piped from Statoil
1973	Asnaes expands; draws water from pipeline
1976	Novo Nordisk begins shipping sludge to farmers
1979	Asnaes begins to sell fly ash to cement producers
1981	Asnaes produces heat for Kalundborg Kommune
1982	Asnaes delivers steam to Statoil and Novo Nordisk
1987	Statoil pipes cooling water to Asnaes
1989	Novo Nordisk switches from Lake Tissø to wells
1990	Statoil sells molten sulfur to Kemira in Jutland
1991	Statoil sends treated waste water to Asnaes for utility use
1992	Statoil sends desulfurized waste gas to Asnaes
1993	Asnaes supplies gypsum to Gyproc

Quadro 1 Evolução da simbiose industrial em Kalundborg.
Fonte: Eherenfeld et al (1997)

Até 1995, conforme Lowe et al (1998) a rede de trocas simbióticas chegou a cerca de 3 milhões de toneladas por ano. Como pode ser verificado no gráfico abaixo, tais relações tem como cerne as quatro indústrias citadas anteriormente (Asnaes, Gyproc, Novo Nordisk e Statoil).

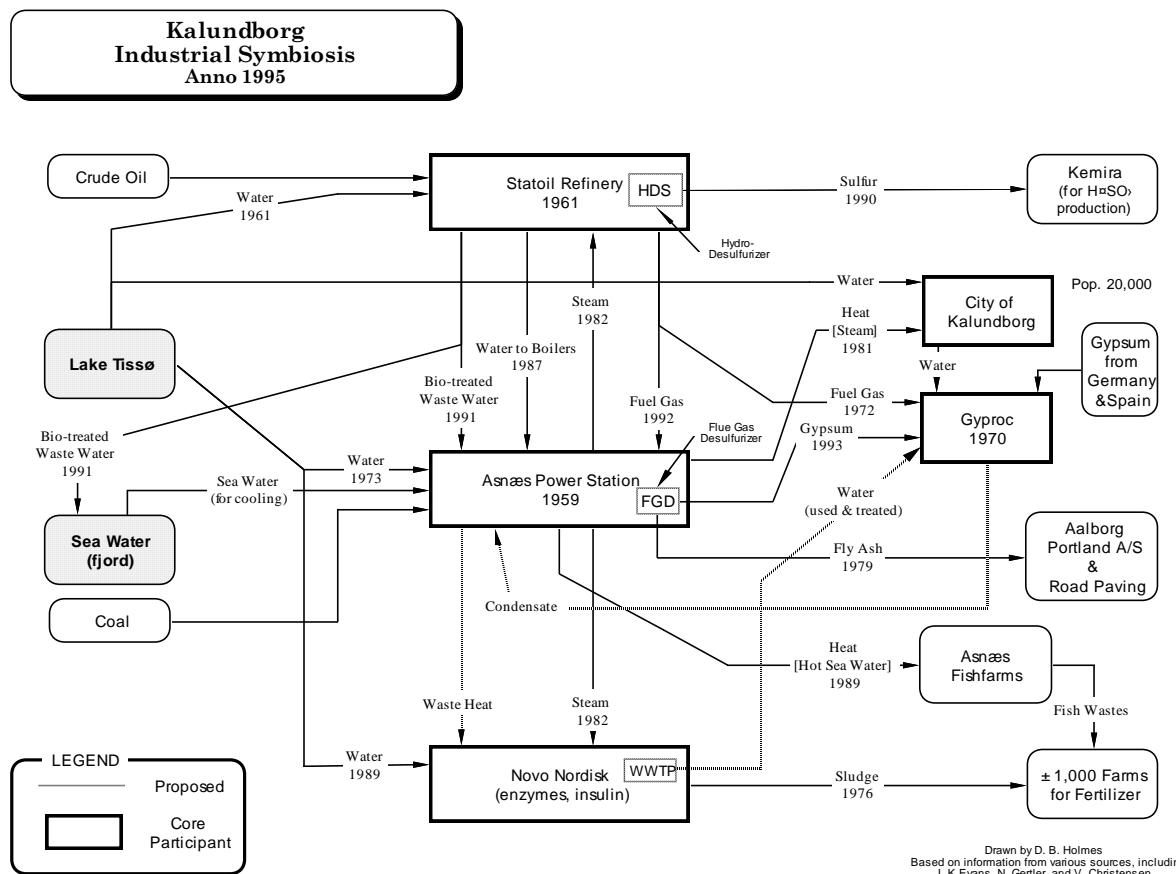


Figura 3 Simbiose industrial de Kalundborg em 1995
 Fonte: Lowe et al (1998)

Nos Estados Unidos (quadro 2), as experiências de elaboração de EIPs têm sido significativas, dado o apoio do governo e da Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency)– EPA, ao longo dos anos 1990 (COTÉ et al, 1998).

No Canadá, ao longo do mesmo período, existiam poucos projetos, todavia com potencial, a citar o Burnside Industrial Park e o Portland Industrial District em Toronto. Também foi verificado por Coté et al (1998) EIPs com limitações:

- Sarnia, Ontario – Simbiose entre refinarias, borracha sintética e indústria petroquímica

- Bruce Energy Centre, Ontario – Organizados ao redor da Usina Nuclear de Ontario para o aproveitamento da geração de calor e vapor
- Nova Scotia – Várias empresas do setor de papel e papelão, trabalhando também com reciclagem

Site	Characteristics
Port of Cape Charles, Virginia	Sustainable technologies, natural coastal features
Fairfield, Baltimore, Maryland	Transformation of an existing industrial area, co-generation, waste re-use, environmental technology
Brownsville, Texas	Regional or virtual approach to waste materials exchange, marketing
Riverside, Burlington, Vermont	Agricultural industrial park in urban setting, bio-energy, waste treatment
Chattanooga, Tennessee	Redevelopment of inner city and former military manufacturing facilities, green areas, environmental technology
Green Institute, Minneapolis, Minnesota	Inner city, small scale green business incubator, waste material re-use
Plattsburgh, New York	Redevelopment of a large military base, resource and waste management, EMS
East Shore, Oakland, California	Resource recovery based-park, landscaping, energy efficiency
Londonderry, New Hampshire	Small scale, community-based park
Trenton, New Jersey	Redevelopment of an existing industrial area, clean industries
Civano, Tucson, Arizona	A new development integrating commercial and residential, environmental businesses, natural features
Franklin, Youngsville, North Carolina	A commercial complex with renewable energy and environmental technologies
Raymond, Washington	A new park within a second growth forest, recycling of solid and liquid wastes
Skagit County, Washington	A new park with support systems and centers, environmental industries
Shady Side, Maryland	Renovation of existing facility, maintaining jobs, small scale environmental and technological businesses

Quadro 2 Alguns projetos de EIPs nos Estados Unidos

Fonte: Coté et al (1998)

Algumas destas experiências de EIPs nos Estados Unidos foram comparadas com as da Holanda por Heeres et al (2004), onde os americanos foram os de Fairfield (Baltimore), Brownsville Regional Industrial Symbiosis Project (Brownsville) e o Cape Charles Sustainable Technologies Industrial Park - STIP (Cape Charles). Por sua vez, os EIPs holandeses foram o INdustrial Eco-System project (INES), Rietvelden/Vutter (RiVu) sustainable revitalization Project e o Moerdijk EIP Project.

Case study	INES	RiVu	Moerdijk	Fairfield	Brownsville regional IS	Cape Charles STIP
Location	Rotterdam	Den Bosch	Moerdijk	Baltimore	Brownsville	Cape Charles
Initiated	1994	1996	1998	1994	1994	1994
Type of EIP	Brownfield	Brownfield	Brownfield	Brownfield	Virtual EIP	Greenfield
Established	–	1950s and 1960s	1967/1968	±1920	–	–
Size (ha)	>3000	290	2600	508	Brownsville region	232
Companies	±80	±200	±200	±60	34	Unknown

Quadro 3 Aspectos dos EIPs selecionados.

Fonte: Heeres et al (2004)

Comparando as experiências, foi verificado que a participação dos agentes envolvidos, ou seja, empresas, instituições e comunidade local, foi um principais fatores de sucesso dos EIPs, sobretudo nos casos verificados na Holanda. Dentre os entraves, como já foi ressaltado por Lowe (2001) a incompatibilidade de regulamentação por parte do governo e distanciamento entre as empresas, assim como também a falta de mecanismos de financiamento e de associações tanto por parte da comunidade local quanto de empreendedores tendem a comprometer o funcionamento dos EIPs, particularmente no caso dos americanos, conforme é verificado no quadro abaixo:

Project	Factors essential to project success	Factors causing problems or failure
INES	Active participation of companies, environmental management network, Europort Employers' Association	–
RiVu	Active participation of companies, Entrepreneurs Association RiVu	Few large, financially strong companies, differences of opinion regarding rezoning of the RiVu industrial park
Moerdijk	Active participation of companies, existing exchange relationships, entrepreneurs association	Relatively large distance between companies
Fairfield	–	Baltimore and state politics, lack of company interest, absence of an entrepreneurs association that represents all Fairfield industries/ companies
Brownsville	–	Lack of finances needed to improve the computer program used to identify possible exchange relationships, lack of company interest
Cape Charles	Active participation of local residents, co-operation between town and county	The attraction of industry to Cape Charles, The location terms demanded from candidate companies

Quadro 4 Fatores de sucesso ou falha dos casos analisados nos EUA e Holanda.
Fonte: Heeres et al (2004)

Ao longo dos anos 2000, os maiores esforços em termos de projetos ecoindustriais foram verificados na Ásia, sobretudo na China (ZHU et al, 2007; GENG et al, 2007; SHI et al 2010; ZHANG et al, 2010). De acordo com Zhang et al (2010), os EIPs passaram a ser promovidos na China a partir do final dos anos 1990 como uma forma de conciliar as relações entre o pujante crescimento econômico chinês com a escassez de recursos naturais e a forte poluição.

Assim, para que fossem viabilizados os projetos de EIPs, ocorreu uma participação efetiva do Estado, principalmente no tocante aos mecanismos de regulação. Inicialmente, tais esforços foram caracterizados pela criação das zonas

de Economia Circular¹ (Circular Economy – CE), proposta pela Agencia de Proteção Ambiental (State Environmental Protection Administration – SEPA), estando contidos os EIPs.

Em 2001, a SEPA iniciou e encarregou-se tanto do programa de CE quanto dos de EIPs, assim criando o National Pilot EIP Program (NPEIPP) e o National Pilot Circular Economy Zone Program (NPCEZP). Entretanto, com o desenvolvimento das CE, foi-se gradualmente reconhecendo que estas tem maior viés como estratégia econômica do que ambiental, assim sendo coordenada pela National Development and Reform Commission (NDRC), enquanto o NPEIPP ainda continuou sob a supervisão da SEPA. Baseados nestes programas, mais de 60 parques industriais receberam aprovação para se desenvolverem em EIPs, sendo que 6 desses parques receberam aprovação em ambos os programas (ZHANG et al, 2010).

Comparando os programas em questão, verifica-se que o sistema de gestão da NPCEZP é depende bem menos de testes de aceitação e supervisão. A única regulamentação relevante é que departamentos locais como o Environmental Protection Bureau – EPB e a National Development and Reform Commission – NDRC devem programar avaliações e supervisão sobre o andamento dos NPCEZ. Até janeiro de 2009, a SEPA/MEP aprovou 33 projetos de desenvolvimento de parques industriais em EIPs, enquanto que 33 parques industriais estão contidos na NPCEZP, sendo que seis deles foram incluídos na NPEIPP. As figuras 1.7 e 1.8 mostram a distribuição regional destes parques.

¹As zonas de economia circular (CE) podem ser consideradas como uma prática piloto de EIPs, posto que a NRDC implementa o NPCEZP de acordo com três objetivos: estimular a produção limpa, promover a simbiose industrial entre as empresas e estabelecer EINS (ZHANG et al., 2010)

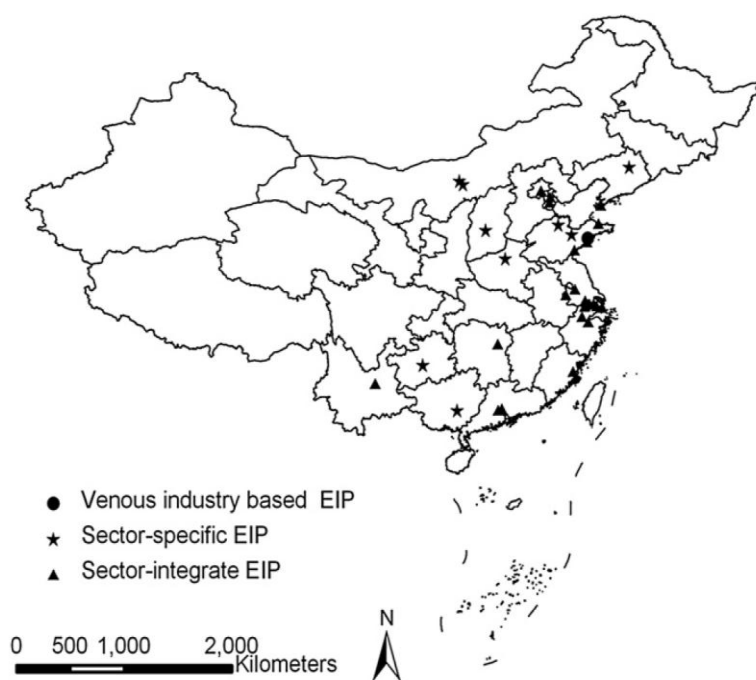


Figura 4 Distribuição dos EIPs aprovados pela NPEIPP.
 Fonte: Zhang et al (2010)

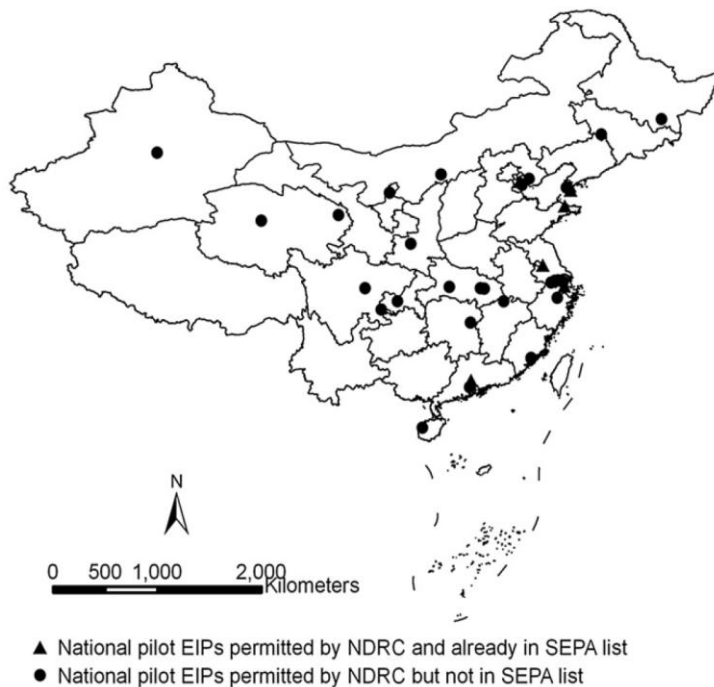


Figura 5 Distribuição das zonas de economia circular.
 Fonte: Zhang et al (2010)

Dentre as experiências observadas, cabe destacar a Tianjin Economic Development Area (TEDA), que é o maior parque industrial (GENG et al, 2007) e um dos três principais EIPs da China (SHI et al, 2010). Fundado em 1984, a TEDA compreende joint ventures, empresas privadas e estatais e empresas multinacionais. No que diz respeito a gestão ambiental deste complexo, esta é gerenciada pela TEDA Environmental Protection Bureau – EPB, cujo portfólio é organizado pelos seguintes órgãos:

- Comprehensive Administration Department: responsável pela execução Ambiental, incluindo gestão de resíduos sólidos;
- General Engineer's Office: destinado a Pesquisa e Desenvolvimento; e
- Environmental Protection Monitoring Station: cuida do monitoramento da qualidade ambiental.

A TEDA, localizada na baía de Bohai, região norte da China, e aproximadamente a 50km do centro de Tianjin (Figura 6), foi planejada em uma área de aproximadamente 36 km², incluindo áreas industriais, residenciais, financeiras e comerciais. Até 2003, a população residente era de 53. 893 habitantes e, aproximadamente 152.000 trabalhadores e gestores viajam todos os dias da cidade de Tianjin para o parque industrial em questão.

No que diz respeito as suas atividades econômicas, em quase duas décadas de desenvolvimento, a esta foi estabelecida em quatro pilares do setor de manufaturas: Material Elétrico e Comunicações, Alimentos, Bio-medicina e Manufatura Mecânica. Entre o hall de empresas que a compem, existem mais de 3.300, sendo algumas de destaque como Motorola, Toyota, Hyundai, Samsung Electronics, Hartwell Textile, Coca-Cola, General Electric, Dingyi Food, Novozymes e Glaxo-SmithKline (GENG et al, 2007). Dentre esses pilares, o que possuem a maior participação industrial tem sido o setor de material elétrico e comunicacoes e o setor mecânico (SHI et al, 2010).

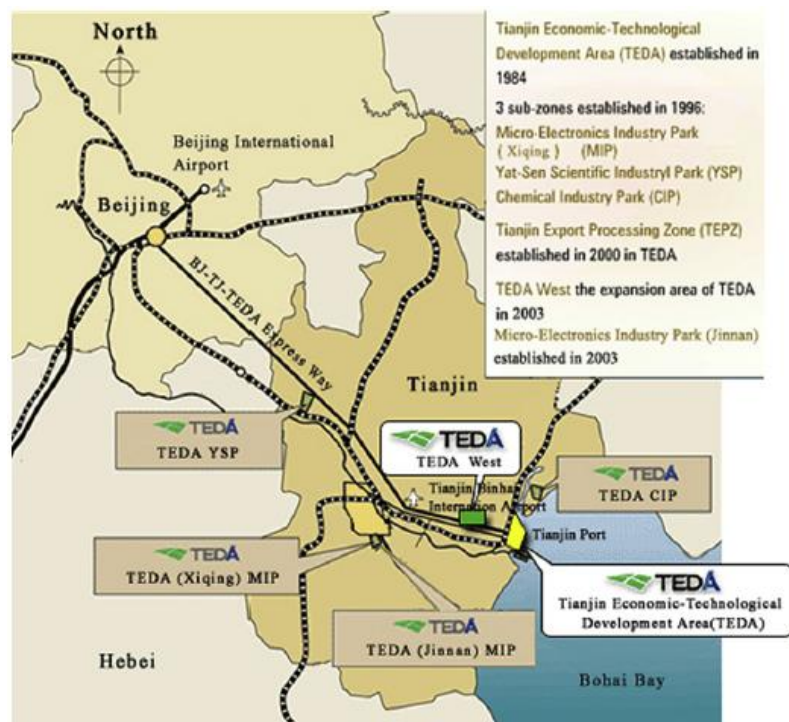


Figura 6 Localização geográfica e zoneamento da TEDA.
 Fonte: Shi et al (2010)

O desenvolvimento da TEDA em um EIP começou a partir dos anos 1990, acompanhados da participação governamental via SEPA (SHI et al, 2010). Tal processo é caracterizado inicialmente pela obtenção da certificação ISO 14.000 e ISO 14.001 por parte das empresas envolvidas, para que então se comecem as estratégias de transformação em um EIP. Com isso, é obtida não apenas a certificação da SEPA, o que caracteriza efetivamente a TEDA como um EIP em 2004 como também a sua nomeação como uma zona de economia circular pela NDRC. Tal cronologia é demonstrada mais claramente no quadro 5.

Em paralelo, foi necessária uma série de investimentos em infra-estrutura a fim que fosse viabilizada a transformação da TEDA em um EIP. Tais investimentos, em ordem cronológica, compreendem usinas de co-geração de energia, tratamento do solo, tratamento de água e tratamento de resíduos (SHI et al, 2010).

Year	Main developments
1984	TEDA created.
1990	TEDA established its own Environmental Protection Bureau (EPB).
1996	TEDA Environmental Protection Association was established among companies.
1998	Motorola obtained the first ISO 14001 certification at TEDA.
2000	TEDA was ISO 14001 certified.
2000	SEPA nominated TEDA as a national demonstration zone for ISO 14001.
2001	TEDA started to make public its annual environmental report for 2000.
2001	The strategic goal of pursuing an EIP was put forward by TEDA.
2002	TEDA signed the International Declaration on Cleaner Production.
2002	TEDA started to formulate an EIP development plan.
2003	A leading group for developing TEDA into a national pilot EIP was formed.
2003	The TEDA EIP development plan was approved.
2004	SEPA nominated TEDA as a National Trial EIP.
2004	TEDA Waste Minimization Club was established.
2005	A logo management system of industrial solid waste was launched in TEDA.
2005	NDRC nominated TEDA as a national pilot industrial zone for demonstrating circular economy.
2005	The TEDA Committee for Promoting the Circular Economy was established.
2006	The TEDA Circular Economy Promotion Center was established.
2007	The Provisional Management Methods of CE were promulgated.
2008	The Ministries of Environmental Protection, Commerce, and Science and Technology nominated TEDA as one of the first three National Demonstration EIPs.

Quadro 5 Evolucao cronológica da gestão ambiental na TEDA.
Fonte: SHI et al (2010)

Em termos de fluxos de resíduos sólidos, verificou-se que cerca de 60.000 toneladas de resíduos industriais foram reutilizados ou reciclados, 35.000 toneladas são coletadas e enviadas para um aterro por uma companhia governamental, a Environment and Sanitation Company (E&S) e 4.000 toneladas são recolhidas pelos catadores locais (GENG et al, 2007). Quanto aos recursos hídricos, usinas de recuperação de água usam os efluentes da TEDA Sewage Treatment Plant como insumos e adotam micro filtração contínua, sendo assim ofertadas para os processos industriais e para fins de paisagismo. Nesse processo, não apenas as empresas são beneficiadas, mas também o fornecimento de serviços de utilidade pública, posto que o compartilhamento dos fluxos simbióticos, característica dos EIPs chineses, é essencial para oferecer serviços de qualidade ao menor custo possível (SHI et al, 2010)

5. Conclusão

A complexidade que envolve o termo desenvolvimento sustentável demanda uma reflexão que envolva não apenas os aspectos ambientais, mas também os relacionados à interação entre as atividades econômicas. Nesse sentido, a organização industrial passa a ser interpretada como um sistema vivo, que, por sua vez, realiza trocas simbióticas com o meio ambiente. Esta simbiose é refletida na prática por meio do surgimento dos ecoparques industriais. Portanto, é de suma importância que os formuladores de políticas industriais e ambientais estejam atentos com as experiências vigentes. Com isto, não será obtido apenas uma melhor eficiência produtiva, mas sim uma ecoeficiência produtiva a partir da melhor compreensão dos fluxos mássicos e energéticos.

REFERÊNCIAS

CARR, Audra J. Potts. **Choctaw Eco-Industrial Park: an ecological approach to industrial land-use planning and design.** In: *Landscape and urban planning* 42 (1998) 239-257. Elsevier, 1998.

COTÉ, R.; HALL, J. **Industrial Parks as ecosystems.** In: *Journal of Cleaner Production*, Volume 3 Number 1-2. Elsevier, 1995.

COTÉ, Raymond P.; COHEN-ROSENTHAL, E. **Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences.** *Journal of Cleaner Production* 6 (1998) 181–188. Disponível em www.cleanerproduction.net.

DOYLE, Brendan. **Eco-Industrial Parks: A Case Study and Analysis of Economic, Environmental, Technical, and Regulatory Issues.** Final report. Indigo Development, Oakland, CA.1996.

EHRENFELD, John; GERTLER, Nicholas. **Industrial Ecology in Practice The Evolution of Interdependence at Kalundborg.** *Journal of industrial Ecology*. Volume 1, Number 1. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 1997.

GENG, Yong; ZHU, Qinghua, HAIGHT, Murray. **Planning for integrated solid waste management at the industrial Park level: A case of Tianjin, China.** Waste Management 27 (2007) 141–150. Disponível em www.elsevier.com/locate/wasman.

HEERES, RR; VERMEULEN, W.J.V.; DE WALLE, F.B. **Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons.** Journal of Cleaner Production 12 (2004) 985–995. Disponível em www.elsevier.com/locate/jclepro.

INDIGO DEVELOPMENT. **The industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark.** Indigo Development, 2005. Disponível em <http://indigodev.com>. Acesso em 28 de dezembro de 2009.

JACOBSEN, Noel Brings. **Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: A Quantitative Assessment of Economic and Environmental Aspects.** In: *Journal of Industrial Ecology*. Volume 10, number 1-2. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2006. Disponível em <http://mitpress.mit.edu/jie>.

KORHONEN, Jouni. **Four ecosystem principles for an industrial ecosystem.** In: *Journal of Cleaner Production* 9 (2001) 253-259. Elsevier, 2001. Disponível em www.cleanerproduction.net

KORHONEN, Jouni; SNÄKIN, Juha-Pekka. **Analysing the evolution of industrial ecosystems: concepts and application.** Ecological Economics 52 (2005) 169– 186. Disponível em www.elsevier.com/locate/ecocon

LOWE, Ernest A. **Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries.** Oakland: Indigo Development, 2001.

LOWE, Ernest A.; MORAN, Steven R.; HOLMES, Douglas B. **Eco-Industrial Parks - a handbook for local development teams.** Draft. Indigo Development, RPPInternational, Oakland, CA, 1998.

LOWE, Ernest A.; WARREN, John L.; MORAN, Stephen R. **Discovering Industrial Ecology: an executive briefing and sourcebook.** Columbus: Battelle Press, 1997.

NASCIMENTO, Tatiane Rodrigues do. **O Pólo de Duas Rodas de Manaus no contexto dos ecoparques industriais: o caso da Moto Honda da Amazônia.** Monografia de conclusão de curso. UFAM/FES/DEA, 2009.

PECK, Steven. **When Is an Eco-Industrial Park Not an Eco-Industrial Park?** *Journal of Industrial Ecology*. Volume 5, number 3. Massachusetts Institute of Technology and Yale University, 2002.

SHI, Han; CHERTOW, Marian; SONG, Yuyan. **Developing country experience with eco-industrial parks: a case study of the Tianjin Economic-Technological Development Area in China.** In: *Journal of Cleaner Production*. 18 (2010) 191-199. Elsevier, 2009. Disponível em www.elsevier.com/locate/jclepro.

VEIGA, Lilian Bechara Elabras; MAGRINI, Alessandra. **Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development.** In: *Journal of Cleaner Production* 17 (2009) 653-661. Elsevier, 2009. Disponível em www.cleanerproduction.net.