

VI-214 - ECOLOGIA INDUSTRIAL, SIMBIOSE INDUSTRIAL E PARQUES ECO-INDUSTRIAIS: PERSPECTIVAS PARA O BRASIL

Lilian Bechara Elabras Veiga⁽¹⁾

Professora e pesquisadora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Rio de Janeiro – IFRJ. Arquiteta pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (APIT/COPPE/UFRJ). Mestre em Administração pela Johns Hopkins University (JHU/USA). Doutora em Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

Alessandra Magrini⁽²⁾

Professora associado III do Programa de Planejamento Energético da COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Engenheira Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestre em Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Doutora em Administração pela COPPEAD da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Endereço⁽¹⁾: Rua Senador Furtado, 121/125 –Rio de Janeiro, RJ - CEP: 20270-021- Brasil - Telefone: 55-21-99364-5528 - e-mail: lilian.veiga@ifrj.edu.br

RESUMO

O conceito de Ecologia Industrial (EI) vem sendo aplicado em diversas iniciativas internacionais. A EI se baseia na analogia entre sistemas biológicos e sistemas industriais, tendo sido primeiramente divulgada em 1989, no artigo "*Strategies for Manufacturing*" publicado na revista *Scientific American*, onde foi introduzida a definição de ecossistema industrial. Recentemente, dois de seus instrumentos vem sendo adotados: a Simbiose Industrial (SI) e o Parque Eco-Industrial (PEI). Neste contexto, principalmente a partir da década de 90 diversas iniciativas foram implementadas no mundo, primeiramente nos países industrializados e, mais recentemente, em países em desenvolvimento. As primeiras experiências foram desenvolvidas na Europa, EUA e Canadá e, atualmente, observa-se um grande desenvolvimento principalmente na Ásia, em particular na China. No Brasil algumas iniciativas foram implementadas, mas de forma incipiente. Assim, o presente artigo tem como objetivo apresentar um quadro da evolução dos conceitos de SI e PEI e das principais iniciativas no mundo, incluindo casos de países em desenvolvimento e do Brasil, com o intuito de evidenciar sua potencialidade de aplicação para a melhoria da qualidade ambiental e o desenvolvimento local em nosso país.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia Industrial, Simbiose Industrial, Parques Eco-Industriais, Brasil

INTRODUÇÃO

A Ecologia Industrial (EI) passou a ter maior desenvolvimento recentemente. As primeiras idéias do que hoje se designa de EI datam da década de 80 e início da década de 90 (Erkman, 1997). A EI pode ser entendida como o estudo das interações entre o sistema industrial e o ecossistema ecológico, que, sob a perspectiva da EI, passa a ser considerado como um ecossistema industrial (Erkman, 1997).

O conceito de ecossistema industrial foi apresentado por Frosch and Gallopoulos (1989), no artigo "Strategies for Manufacturing". Neste artigo, considerado por muitos autores (Rosenthal & Côté, 1998, Chertow, 2000) como um marco na disseminação do conceito de EI, os autores definiram o ecossistema industrial como "uma comunidade de indústrias co-localizadas ou localizadas em uma mesma região que interagem permutando e fazendo uso de resíduos, ou seja, uma transformação do modelo tradicional de atividade industrial, no qual a produção é baseada na gestão individual de matérias primas, produtos e resíduos, para um sistema mais integrado, no qual o consumo de energia e materiais é otimizado, os resíduos dispostos são minimizados, visto que o resíduo gerado em um processo produtivo pode ser utilizado como insumo em outro processo".

Os princípios da EI foram definidos e utilizados por diferentes autores resultando em diversas iniciativas: a *Zero Emissions Research Initiative* - ZERI (Pauli, 1995), os *Ecologically Balanced Industrial Complexes* - EBICs, (Nemerow, 1995), a Simbiose Industrial - SI (Gertler 1995, Chertow, 2000), os Parques Eco-

Industriais - PEIs (Côté & Hall, 1995, Rosenthal & Côté, 1998, Rosenthal & McGalliard, 1998), sendo estas duas últimas as mais desenvolvidas nos últimos anos.

O objetivo do presente trabalho é apresentar um quadro da evolução dos conceitos de SI e PEI e das principais iniciativas no mundo, incluindo os casos de países em desenvolvimento e brasileiros, com o intuito de evidenciar sua potencialidade de aplicação para a melhoria da qualidade ambiental e o desenvolvimento local.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente artigo consiste em uma análise exploratória sobre o estado da arte de uma nova ferramenta de gestão ambiental, a ecologia industrial e dois de seus instrumentos, a Simbiose Industrial (SI) e o Parque Eco-Industrial (PEI). Para tanto, este artigo realizou buscas a bancos de dados internacionais, tais como: *Indigo Development*, *United States Environmental Protection Agency (US-EPA)*, *United Nations Environment Program (UNEP)*. Na revisão da literatura foram consultados livros, artigos publicados nos dois principais periódicos sobre o tema, *Journal of Cleaner Production* e *Journal of Industrial Ecology*, além de terem sido consultados professores e pesquisadores de universidades, como a universidade de Yale (Estados Unidos), o Instituto Superior Técnico de Lisboa (Portugal) e a Universidade de Lausanne (Suíça).

ECOLOGIA INDUSTRIAL, SIMBIOSE INDUSTRIAL E PARQUES ECO-INDUSTRIAIS: CONCEITOS E EVOLUÇÃO

A Ecologia Industrial (EI) passou a ter maior desenvolvimento recentemente. As primeiras ideias do que se designa de EI datam da década de 80 e início da década de 90. A EI pode ser entendida como o estudo das interações entre o sistema industrial e o ecossistema ecológico, que, sob a perspectiva da EI, passa a ser considerado como um ecossistema industrial (Erkman, 1997).

Diversos autores têm trabalhado o conceito de EI desde, principalmente, a década de 90 (Erkman, 1997). Atualmente a EI vem sendo adotada seja por pesquisadores seja por tomadores de decisão, mesmo que em alguns países a mesma não seja incorporada oficialmente em suas estratégias produtivas. Ehrenfeld (2007) analisa a relação entre ecologia industrial e sustentabilidade e aponta falhas deste conceito no alcance dos amplos objetivos da sustentabilidade do ponto de vista social e cultural. Já Chertow, 2007 destaca que a concepção atual tem incorporado também a revitalização urbana e rural, promovendo a geração de emprego e estimulando o desenvolvimento sustentável.

Definida a partir de uma possível analogia da relação de simbiose entre dois organismos na natureza, a Simbiose Industrial (SI) se espelha em um ecossistema natural, onde um simples organismo pode ser considerado sozinho ou interagindo em um ecossistema. Da mesma forma, na SI as indústrias podem organizar-se, interagindo em uma comunidade.

A partir da introdução do conceito de EI, a SI passa a ser vista sob uma nova perspectiva ao considerar fluxo de materiais e energia entre economias locais e regionais, onde as empresas que operavam de forma isolada passam a operar de forma coletiva em busca de uma maior vantagem competitiva (Chertow, 2000). Como ferramenta de EI, a SI oferece oportunidades de melhoria do meio ambiente de forma articulada com o desenvolvimento econômico e local.

O conceito de Parques Eco-Industriais (PEI) começou a ser desenvolvido em meados da década de 90, pelo US-EPA (Rosenthal & McGalliard, 1998). O PEI é um instrumento de gestão ambiental cooperativa, que busca atingir o desenvolvimento sustentável ao integrar em um único instrumento seus três pilares - ambiental, econômico e social. As indústrias buscam alcançar benefícios coletivos que são maiores que os benefícios individuais alcançados caso cada indústria otimizasse somente suas próprias atividades. Fazendo uma analogia entre a EI e o PEI, pode-se dizer que a EI representa um campo de estudo e pesquisa e o PEI representa uma ferramenta da EI que adota e busca inserir nos sistemas industriais os princípios da EI. Atualmente, o conceito de PEI vem sendo adotado na revitalização de áreas urbanas e rurais degradadas, na promoção de novos postos de trabalho e empregos e na promoção de um desenvolvimento mais sustentável (Chertow, 2007).

PRIMEIRAS INICIATIVAS E A EXPERIÊNCIA DOS PAÍSES DESENVOLVIDOS

O exemplo internacional clássico de SI tratado amplamente pela literatura é o de Kalundborg, na Dinamarca (<http://www.symbiosis.dk>). Localizada a 135 km de Copenhague a SI de Kalundborg iniciou em 1961 quando a Statoil para abastecer sua nova refinaria de petróleo nas proximidades da cidade, precisou construir um duto de água proveniente do Lago Tisso. Em 1972, em função da disponibilidade de gás excedente da refinaria, a Gyproc, empresa sueca fabricante de placas de gesso, instalou-se no local. No ano seguinte a Termelétrica de Asnaes conectou-se ao duto de água da Statoil, constituindo as três primeiras parcerias (Gertler, 1995). No decorrer dos anos seguintes novas atividades foram se interligando até que em 1989 o termo “simbiose industrial” foi usado pela primeira vez. Hoje a SI de Kalundborg inclui empresas públicas e privadas.

Desde o sucesso de Kalundborg diversas iniciativas de PEIs e SIs se disseminaram em muitos países, promovidas por iniciativas governamentais, acadêmicas ou industriais.

Nos EUA, em 1994, o *Presidential Council for Sustainable Development* (PCSD) criou uma força tarefa para desenvolver Parques Eco-Industriais, definindo quatro locais para servirem como projetos demonstração de PEIs: Baltimore, Maryland; Cape Charles, Virginia; Brownsville, Texas; Chattanooga, Tennessee (Elabras-Veiga, 2007). A partir destas primeiras iniciativas diversos projetos de PEIs foram planejados e desenvolvidos no mundo. Na América do Norte, mais especificamente, nos Estados Unidos a bibliografia aponta a existência de 43 PEIs em desenvolvimento e 17 em pleno funcionamento, com seus projetos concluídos.

Na Europa também houve implementação de experiências, particularmente na Alemanha, Holanda, França, Reino Unido, Suíça, Portugal e Itália (Elabras-Veiga, 2007). Uma das mais recentes iniciativas que vem tendo repercussão internacional é o *National Industrial Symbiosis Programme* (NISP) do Reino Unido, iniciado em 2005. O NISP tem como objetivo estabelecer sinergia de resíduos e fomentar a transição para uma economia a baixo carbono. Recentemente, em 2013, o NISP foi recomendado pela Comissão Europeia, para ser replicado em todos os estados membros, tendo sido inclusive citado como melhor prática pela Diretiva europeia de resíduos. Cabe destacar ainda que o documento *Europe 2020 Strategy* estabelece a Simbiose Industrial como parte integrante da política econômica e ambiental europeia.

EXPERIÊNCIAS NOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Recentemente, os PEIs começaram a ser implementados em alguns países em desenvolvimento em particular na América Latina, Austrália e principalmente em países da Ásia.

Na Ásia, particularmente na China, Coreia do Sul, Indonésia, Malásia, Sri Lanka, Tailândia, dentre outros, os PEIs vêm sendo considerados como uma possível solução para tentar minimizar os danos ambientais e ao mesmo tempo melhorar o bem estar social, o desenvolvimento econômico e industrial (Chiu, 2004, Shi et al. 2012).

Na China, foi criado, em 2000, um programa nacional de demonstração. Desde então, mais de 100 projetos de PEIs foram planejados pela Agência de Proteção Ambiental Chinesa (*State Environmental Protection Administration - SEPA*). Atualmente 60 PEIs já foram implementados, dos quais 15 foram designados como projetos pilotos nacionais (Shi et al. 2012). Conforme afirmado por Zhang (2010), o ímpeto para desenvolver PEIs na China reflete o severo conflito existente neste país entre o crescimento econômico, a escassez de recursos naturais e a forte poluição. A Tabela 1 apresenta algumas das principais iniciativas de PEIs em países em desenvolvimento e algumas de suas características.

Tabela 1 – Iniciativas de PEIs em países em Desenvolvimento

País	PEI	Data	Atividades	Sinergias	Tipo	Gestão
China	Guigang Group	2001	Usina de açúcar e álcool, indústrias de papel e celulose, cimento, recuperação de álcalis, agricultura.	Lodo, vinhoto, bagaço, águas de lavagem.	B	Pr
	Lubei Group	2003	Materiais de construção, geração de energia elétrica, indústria química, fabricação de máquina.	Ácido sulfúrico, vapor, cinzas, escória, gesso.	B	Pr
	Tianjin Economic Area	2004	Biotecnologia, indústrias farmacêuticas, alimentos /bebidas, eletrônica, automobilística, máquinas.	Água, metais, produtos químicos, cinzas, escória, resíduos orgânicos.	B	Pu
	Rizhao Economic Zone (REDA)	2006	Indústrias automobilística, produtos químicos, eletrônica, alimentos /bebidas, têxtil, indústria pesada, instrumentação, telecomunicações.	Gesso, cinzas, fibras, calor, coque, gás, água de resfriamento, vapor, efluentes.	B	Pu
Tailândia	Map Ta Phut	1999	Indústria petroquímica, siderurgia.	n.d.	BN	Pu
Coréia do Sul	Ulsan national industrial complexes	2005	Indústrias de alimentos, têxtil, madeira/papel, petroquímica, não ferrosos, aço, máquinas, eletrônica, equipamentos de transporte, outras.	Efluentes, biogás, vapor, metais, resíduo oleoso, alumínio.	BN	Pu
Austrália	Kwinana	n.d.	Termelétrica a carvão, produtos químicos, fertilizantes, cimento, construção civil, refinaria.	Resíduos orgânicos, escoria, ácido, cinzas, catalisador.	B	Pu
Porto Rico	Guayama	n.d.	Termelétrica a carvão, indústrias de plástico, metais, produtos químicos, farmacêutica, refinaria.	Efluentes, condensado vapor, cinzas.	B	Pu
	Luchetti	n.d.	Refinaria, indústrias de plástico, lubrificantes, metais, asfalto, reciclagem de papel.	Energia a partir de biomassa, resíduos orgânicos.	B	Pu

Legenda: n.d.: não disponível, B: *brownfield*, G: *Greenfield*, N: *networking*. Pu: Pública, Pr: Privada.

Fontes: Elaboração própria a partir de Chiu (2004), Fang et al (2007), Shi et al (2010), Zhang et al (2010), Park (2010), Beers et al (2005), Chertow et al (2008).

EXPERIÊNCIA BRASILEIRA: UMA HISTÓRIA DE SUCESSOS E FRACASSOS

Nos Estados do Rio de Janeiro, Bahia, Rio Grande do Sul e, mais recentemente em Minas Gerais, iniciativas semelhantes aos PEIs foram implementadas.

No estado do Rio de Janeiro, um estudo desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro relativo a revisão do Zoneamento Industrial da Região Metropolitana do Estado (COPPE/UFRJ-IBAM, 2000) sugeriu, com base em um diagnóstico prévio, que nove distritos industriais teriam potencial para serem convertidos em PEIs. A época, dois estudos de caso foram desenvolvidos visando identificar possíveis sinergias: a conversão de um distrito industrial existente em um PEI (o Distrito Industrial de Campo Grande) e o planejamento de um PEI em uma área verde previamente demarcada para abrigar um distrito industrial no município de Paracambi (*greenfield area*).

O Distrito Industrial de Campo Grande, localizado na parte oeste da RMRJ, abriga uma grande variedade de tipologias industriais, incluindo indústrias químicas, mecânicas, têxtil, metalúrgica, bebida, transporte, plástico e produtos minerais não metálicos. Este estudo de caso identificou que onze dos quinze resíduos gerados

teriam potencial para serem permutados entre as indústrias localizadas neste distrito (Magrini & Montez, 2003).

Em Paracambi, o planejamento do PEI foi realizado em etapas. Para tanto, quatro cenários foram desenvolvidos. O primeiro cenário considerou um grupo de seis indústrias: duas já em operação no município (indústria têxtil e indústria de arames) e quatro que já estavam em negociação para se localizarem nesta área (marmoraria, reciclagem de plástico, tinta e galvanoplastia). A partir da identificação de possíveis sinergias, a implementação de outras tipologias industriais foi sugerida para os demais cenários. Como resultado, dezesseis resíduos que seriam potencialmente gerados a partir da implementação do PEI de Paracambi poderiam ser permutados (Elabras-Veiga, 2007).

Além desta iniciativa da academia, um Programa do Estado do Rio de Janeiro denominado Rio-Ecopolo foi criado pela Agência Ambiental Estadual (FEEMA), em 2002, estabelecendo requisitos e etapas para as indústrias interessadas em engajar no Programa Rio-Ecopolo. Com base nesta iniciativa, quatro projetos piloto foram lançados e um Decreto estadual foi promulgado, estabelecendo um fundo denominado Fundo de Desenvolvimento Social e Econômico (FUNDES) como forma de incentivo econômico. Entretanto, apesar destas iniciativas, o Programa Rio-Ecopolo não teve continuidade. Tal fato pode ser atribuído a mudanças de ordem política que interromperam sua implementação. A Tabela 2 apresenta as principais características dos projetos piloto que foram lançados sob a égide do programa Rio-Ecopolo em 2002.

Tabela 2 – Projetos Piloto lançados pelo Programa Rio-Ecopolo

PEI	Data	Indústrias	Atividades	Sinergias	Tipo	Gestão
Santa Cruz	2002	14	Química, edição, impressão e reprodução de gravações, metalúrgica, geração de energia, fabricação de produtos minerais não-metálicos, fabricação de produtos alimentícios e bebidas, fabricação de produtos de metal, tintas e vernizes, máquinas e equipamentos.	Sulfato de manganês, zinco, óxido de cobre, efluente, vapor, solvente, ácidos, lamas de tinta, lodo galvânico, plástico, papel, chapas de metal, papelão, sucata de ferro, metal, chapas de alumínio, escória, fluidos hidráulicos, plásticos, vidro, graxa, borra de óleo.	B	Privada
Campos Elísios	2002	12	Óleos, lubrificantes e parafinas, refino de petróleo, indústria química, petroquímica, produção de polietileno, comércio GLP, termoeletrônica a gás natural.	Tambores metálicos, bombonas, embalagens, frascos de polietileno, lixo orgânico, lodo, material ferroso, papel, papelão, torta de argila, borra de óleo, polímero, plástico, tambores, bombonas, solução caustica, pellets, catalisadores, resinas, filtros, borra de tinta.	B	Privada
Fazenda Botago	2002	35	Metalúrgica, reciclagem, farmacêutica, química, tintas gráficas, indústria frigorífica, produção alimentos, equipamentos para construção pesada, solventes óleos e lubrificantes.	Não desenvolvido	B	Privada
Sul Fluminense	2002	3	Não implementado.	Não desenvolvido	B	Privada

Fonte: Fragomeni (2005), Elabras-Veiga (2007)

Entretanto, apesar destas iniciativas, o Programa Rio-Ecopolo não teve continuidade. Tal fato pode ser atribuído a mudanças de ordem política que interromperam sua implementação.

Apesar do Rio de Janeiro ter sido o único estado brasileiro a lançar um programa formal para o desenvolvimento de Parques Industriais Ecológicos, alguns importantes polos industriais existentes no Brasil, notadamente o de Camaçari no Estado da Bahia, e o de Triunfo no Estado do Rio Grande do Sul, implementaram um nível de integração de suas indústrias bastante intenso, inclusive no que tange os aspectos ambientais (Fragomeni, 2005). Apesar destes esforços, que até hoje perduram, estas iniciativas não chegaram a ser denominadas como PEIs. Teve papel relevante no desenvolvimento destas sinergias à atuação de empresas especializadas no tratamento conjunto de efluentes e resíduos industriais.

Em 2004, Tanimoto, em sua tese de mestrado, apresentou uma proposta de minimização de resíduos sólidos tendo por base os preceitos da Simbiose Industrial, para o Distrito Industrial Petroquímico de Camaçari. Tanimoto analisou a estrutura física do Polo de Camaçari ao considerar a diversidade de tipologias industriais. Com base em sua análise, o autor propôs algumas sinergias de resíduos visando obter melhores resultados econômicos, sociais e ambientais. Neste distrito, essencialmente voltado para a petroquímica, existem diversas tipologias industriais (química, bebidas, metalurgia, celulose, têxtil, automotiva, serviços) que utilizam hoje uma estrutura única de distribuição de água e de produtos, além de tratamento de resíduos e de efluentes, a cargo do CETREL, e compartilham serviços de transporte, segurança e situações emergenciais, dentre outros. Até hoje, entretanto, não foi formalmente implantada uma simbiose industrial.

No Estado de Minas Gerais a Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) em parceria com o Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR) e a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM) implementou, em 2008, o Programa Mineiro de Simbiose Industrial (MISP), versão brasileira do NISP (*National Industrial Symbiosis Programme*) do Reino Unido. Sua implantação ocorreu primeiramente na região centro-oeste mineira, especificamente na região do Vale do Aço, que abriga indústrias mecânicas e do ramo de siderurgia. Em 2011 o MISP foi estendido também para a região sul do estado, na área do Triângulo Mineiro, cujas atividades estão centradas na agroindústria da cana, do café, da soja e da pecuária, dentre outras, além de sediar algumas indústrias de fertilizantes, cerâmica e mineração. A adesão ao programa por parte das indústrias é voluntária, sendo que, até 2010, 280 empresas tinham aderido ao programa.

CONCLUSÕES

O presente artigo apresentou a evolução da implementação de iniciativas relacionadas à Ecologia Industrial no mundo, destacando, em particular seu crescimento mais recente, onde se destacam os países em desenvolvimento. De fato, os PEIs e SIs tem representado uma importante ferramenta não só de gestão ambiental, mas principalmente, de desenvolvimento industrial e regional, tendo a sustentabilidade como preceito.

A adoção destas iniciativas não é, entretanto, de fácil execução e o caso do Brasil é um exemplo. De fato é preciso que a definição de programas de PEIs e/ou SIs esteja inserida numa estratégia de governo e que seja garantida sua continuidade, condições não observadas no caso do Estado do Rio de Janeiro e aspectos aparentemente presentes no caso do Estado de Minas Gerais.

O sucesso da implantação de um PEI pressupõe ainda uma maior integração e cooperação por parte dos setores público e privado. Alguns estudos apresentaram a importância de se estabelecerem parcerias entre as indústrias, as universidades, comunidades, agentes financeiros, os vários níveis de governança e outros agentes públicos e instituições privadas visando assegurar o sucesso desta ferramenta, que pode contribuir, conforme apresentado neste artigo, através de uma gestão ambiental mais cooperativa para o desenvolvimento sustentável.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFRJ que contribui para o desenvolvimento da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Beers, D. Bossilkov, A. van Berkel, R. Capturing Regional Synergies in the Kwinana Industrial Area. Centre for Sustainable Resource Processing. Curtin University Technology. Australia. 2005.
2. Chertow, M.R. Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy, Annual Review of Energy and Environment, 25:313-337. 2000.
3. Chertow, M.R. Industrial Symbiosis. In Encyclopedia of Energy, edited by C.J. Cleveland. Elsevier. 2004.
4. Chertow, M.R. "Uncovering" Industrial Symbiosis. Journal of Industrial Ecology 11(1):11-30. 2007.
5. Chertow, M.R. Ashton W.S. Espinosa, J.C. 2008. Industrial Symbiosis in Puerto Rico: Environmentally Related Agglomeration Economies. Regional Studies 42: 1299-1312.
6. Chiu, A.S.F. and Geng, Y. On the Industrial Ecology Potential in Asian Developing Countries. Journal of Cleaner Production. 12:1037 – 1045. 2004.
7. COPPE/UFRJ-IBAM. Revisão do zoneamento industrial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Diagnóstico consolidado e banco de dados georeferenciado. Rio de Janeiro. 2000.
8. Côté, R. & Hall, J. Industrial Parks as Ecosystems, Journal of Cleaner Production, 3:1-2: 41-46. 1995.
9. Ehrenfeld J.R. and Gertler N. 1997. Industrial ecology in practice; the evolution of interdependence at Kalundborg. Journal of Industrial Ecology 1(1):67-79.
10. ELABRAS-VEIGA, LILIAN B. Diretrizes para o Planejamento de Parques Industriais Ecológicos: uma proposta para o Paracambi EIP. Tese de Doutorado. 2007.
11. Erkmann, S., Industrial Ecology: an historical view, Journal Cleaner Production, 5(1):2-10. 1997.
12. Fang Y. Côté R.P. Qin R. Industrial sustainability in China: Practice and prospects for eco-industrial development. Journal of Environmental Management 83: 315:328. 2007.
13. Fragomeni, A. L. "Parques Industriais Ecológicos como Instrumento de Planejamento e Gestão Ambiental Cooperativa", Tese submetida para a obtenção do grau de Mestre em Ciências em Planejamento Energético, PPE/COPPE/UFRJ. 2005.
14. Froeh R. and Gallopoulos, N.E. Strategies for Manufacturing, Scientific American. 261(3)144-152. 1989.
15. Geng, Y. Zhang, P. Côté, R. and Fujita, T. Assessment of the National Eco-Industrial Park Standard for promoting Industrial Symbiosis in China. Journal of Industrial Ecology. 13(1): 15-26. 2008.
16. Gertler, N. Industrial Ecosystems: Developing Sustainable Industrial Structures. Master's thesis. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA. 1995.
17. Magrini, A. Montez, E. M. Subsidies For The Re-Design Of The Industrial Location In The Rio De Janeiro Metropolitan Region Through Cooperative Initiatives, Ecosud – Ecosystems And Sustainable Development, Wit Press, p. 811a 820.2003.
18. Nemerow, N. L. 1995. Zero pollution for industry: waste minimization through industrial complex. New York: John Wiley. ISBN 0471121649. 211 p.
19. Pauli, G., Zero Emissions: the ultimate goal of cleaner production. Journal of Cleaner Production. 5:1-2: 109-113. 1997.
20. Rosenthal, E. and Côté R.P. Designing Eco-Industrial Parks: a synthesis of some experiences. Journal of Cleaner Production. 6 (3-4): 181-188. 1998.
21. Rosenthal, E. C. and McGalliard, T. N. Eco-industrial development: the case of the United States, Institute for Prospective Technological Studies Report, at: [http:// www.jrc.es/pages/f-report.en.html](http://www.jrc.es/pages/f-report.en.html). 1998.
22. Shi, H. Chertow, M. and Song, Y. Developing Country Experience with Eco-Industrial Parks: a case study of Tianjin Economic-Technological Development Area in China. Journal of Cleaner Production 18:191-199. 2010.
23. Shi, H., Tian, J., Chen, L. China's Quest for Eco-industrial Parks, Part I. Journal of Industrial Ecology, 16(1):8-10. 2012.
24. Tanimoto, A. H. Proposta de Simbiose Industrial para minimizar os resíduos sólidos no Pólo de Camaçari. Master Thesis. Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Bahia, Brasil. 2004.
25. Zhang, L. Yuan, Z. Zhang, B. and Liu, B. Eco-Industrial Parks: national pilot practices in China. Journal of Cleaner Production 18: 504-509. 2010.