

Parques de Ecologia Industrial: Eco inovação Organizacional para o Desenvolvimento Regional Sustentável

Ana Clara Aparecida Alves de Souza
Universidade Federal do Ceará – PPAC
clara.ufc@gmail.com

Leonardo de Queiroz Braga Cavalcante
Universidade Federal do Ceará – PPAC
leonardodequeiroz@gmail.com

Josimar Souza Costa
Universidade Federal do Ceará – PPAC
josimarscosta@gmail.com

José Carlos Lázaro da Silva Filho
Universidade Federal do Ceará – PPAC
Av. da Universidade 2435 – Benfica, Fortaleza-CE Brasil
lazaro@ufc.br

Abstract:

The traditional model of regional development based on industrial park, has been questioned by several authors because of possible problems related to industrial concentration and the environmental damage caused by activities. In this sense, the industrial ecology and its variations, among these, the industrial symbiosis, presented as an alternative approach to the traditional industrial parks. That paper promotes discussion of categories and levels of implementation of innovations with low environmental impact in order to reduce the deleterious effects of society on the environment - eco-innovation. It is intended to present an overview of the concept of industrial ecology and expanding their practices with the development of Industrial Ecology Parks worldwide. We conducted an exploratory and descriptive, which resulted in a final overview of the diffusion of innovative practices in industrial ecology in enterprises established in the Industrial Parks.

Resumo:

O modelo de desenvolvimento regional tradicional, baseado em parques industriais, tem sido questionado por diversos autores devido aos possíveis problemas relacionados à concentração industrial e aos prejuízos ambientais causados pelas atividades desenvolvidas. Diante deste cenário a ecologia industrial e suas vertentes, dentre essas, a simbiose industrial, apresentam-se como uma abordagem alternativa ao modelo tradicional de parques industriais. O presente trabalho parte da discussão sobre categorias e níveis de implantação de inovações de baixo impacto ambiental com o objetivo de reduzir os efeitos deletérios da sociedade no ambiente – eco-inovação. Tem-se por objetivo apresentar um panorama sobre o conceito de ecologia industrial e suas práticas em expansão com o desenvolvimento de Parques de Ecologia Industrial mundialmente. Foi conduzida uma pesquisa exploratória e descritiva, que teve como resultado final um panorama da difusão de práticas inovadoras de ecologia industrial nas empresas estabelecidas em Parques Industriais.

1. Introdução e Objetivos

O modelo de desenvolvimento regional tradicional, baseado em parques industriais, tem sido questionado por diversos autores devido aos possíveis problemas relacionados à concentração industrial e aos prejuízos ambientais causados pelas atividades desenvolvidas (FROSCH; GALLOPOULOS, 1989; CHERTOW, 2007). Mas não há como negar que o desenvolvimento industrial é uma forma de desenvolvimento econômico, e assim tem havido um interesse no uso do conceito de simbiose industrial na forma de parques eco-industriais (EPIs) para a revitalização de sítios urbanos e rurais, incluindo a requalificação de terrenos devolutos, promoção do crescimento de emprego e retenção, e incentivo a um desenvolvimento mais sustentável (CHERTOW, 2007). No entanto, as dificuldades na implementação de um ecossistema industrial são enormes, especialmente dada a complexidade envolvida em harmonizar os desejos de desenvolvimento industrial global com as necessidades de segurança ambiental (FROSCH; GALLOPOULOS, 1989).

Um novo exame de sistemas adaptativos complexos revela a característica fundamental da auto-organização como uma vertente teórica significativa. A auto-organização é um processo pelo qual os sistemas de entidades componentes formam diversas estruturas estáveis com muitos links interativos que transitem energia, material e informação através de seus vários pontos de interseção (CHERTOW; EHRENFELD, 2012). Estes autores defendem que um dos elementos mais característicos da simbiose industrial é que, enquanto todos os atores industriais buscam reduzir os custos e aumentar os benefícios privados, aqueles nas redes simbióticas que têm sido estudadas também participam da criação de benefícios públicos ambientais.

Diante deste cenário a ecologia industrial e suas vertentes, dentre essas, a simbiose industrial, apresentam-se como uma abordagem alternativa ao modelo tradicional de parques industriais. O presente trabalho parte da discussão sobre categorias e níveis de implantação de inovações de baixo impacto ambiental com o objetivo de reduzir os efeitos deletérios da sociedade no ambiente – eco-inovação (RENNINGS, 2000). No nível organizacional e de gestão de organizações e de relações entre estas, surge a inovação sistêmica da abordagem da Ecologia Industrial (LUTZ *et al*, 1994; BENYUS, 1997), que trata as Organizações com a visão de um corpo dentro de uma sistema maior, ecológico.

Seguindo as proposições de Frosch e Gallopoulos (1989) entende-se que a criação de um ecossistema industrial sustentável é altamente desejável do ponto de vista ambiental e pode ser bastante lucrativo. No entanto, há uma série de barreiras à sua implementação bem sucedida. Atitudes empresariais e públicas devem mudar para favorecer a abordagem ecossistêmica e regulamentos do governo devem tornar-se mais flexíveis de modo a não prejudicar indevidamente a reciclagem e outras estratégias para minimização de resíduos. Conforme Chertow (2000, 2007), o campo emergente da ecologia industrial exige atenção decisiva para o fluxo de materiais e energia através de economias locais, regionais e globais. A ecologia industrial pode operar em uma variedade de níveis: no nível da empresa, entre empresas, nos níveis regional, local e global (LIFSET; GRAEDEL, 2002). O exemplo “clássico” desta abordagem é o de Kalundborg, Dinamarca, a experiência mãe de todos os parques industriais, com mais de 25 anos de contínuo crescimento, que evoluiu como uma série de laços bilaterais (CHERTOW, 1998).

O objetivo central do estudo é apresentar um panorama sobre o conceito de ecologia industrial e suas práticas em expansão, evidenciado pelo desenvolvimento mundial de Parques de Ecologia Industrial, em especial nos países da Ásia e nos Estados Unidos.

Como motivação central deste trabalho tem-se a posição incipiente da América Latina na implementação deste conceito, bem como a sua baixa representatividade no número de trabalhos publicados sobre o assunto na América Latina, questão discutida com entre outros a própria Prof. Dra. Marie Chertow no *9th Annual Industrial Symbiosis Research Symposium*, encontro este que ofereceu a a oportunidade de visitação, acesso e discussão sobre o caso do Parque TEDA, em Tianjin na China

2. Referencial Teórico

2.1 Inova o

O pai teórico da inova o Schumpeter (1985)já destacava na década de 1930 que a inova o   o elemento dinâmico da economia. Seus conceitos foram institucionalizados em entre outros documentos o Manual de Oslo (OCDE, 1997), que por exemplo, trata da inova o sob a perspectiva da tecnologia, o produto considerado tecnologicamente novo   aquele que diferesignificativamente, nas características fundamentais, de todos os outros produtos já produzidos pela empresa. Mesmo com a institucionaliza o do conceito autores como Hemmelskamp(1996) afirmam que a defini o de "inova o"   muito pessoal e sendo difícil chegar a uma delimita o exata em estudos empíricos. Não por menos, a inova o   exaustivamente investigada em diversas perspectivas (BESSANT; TIDD, 2008), incorporando análises desde gerenciamento da inova o (BURNS; STALKER, 1961; PETTIGREW *et al.*, 2003) até comportamento de indivíduos e grupos dentro das organiza es (PAULUS; NIJSTAT, 2003; OSBORNE; BROWN, 2011).

Conforme Kotler e Tr as de Bes (2011), a inova o deve ser entendida também como uma cultura de inova o desenvolvida dentro da empresa, que a permite produzir e oferecer ao mercado um fluxo de inova es menores e incrementais. Segundo esses autores, os projetos de inova o mudarão as regras da empresa e, conseqentemente, a sua rotina, quer seja de produtos, serviço, métodos de vendas, sistema lógico ou método de produ o.

As inova es impelem a substitui o constante de novos processos, produtos e modelos de negócios, conceito conhecido como "destrui o criativa", que surge a partir da a o de indivíduos com capacidade empreendedora (SCHUMPETER, 2010).

Aldrich e Fiol (1994) tratam da aceita o das inova es como dependente de legitimidade em duas dimensões: legitima o cognitiva, que se refere ao conhecimento sobre a novidade e como deve ser implementada; legitima o sócio-política, dada pelo valor imposto a uma atividade pelas normas culturais e influências políticas.Tais normas são critérios mais importantes que os econ micos e tem como questão chave para a mudança a legitimidade social (SCHUMPETER, 1934; DRUCKER, 2001).

Em termos gerais, conforme Rennings (2000), os aspectos de inova o desempenham um grande papel para as políticas econ micas nacionais e internacionais, e são importantes elementos de estratégias para o desenvolvimento sustentável.

2.1.2 Eco-inova o

Um dos autores chaves da liga o entre o processo inovativo e a perspectiva de uma sociedade mais sustentável, Rennings (2000) afirma que a defini o geral de inova o   neutra sobre o conteúdo da mudança provocada e, por conta disso, abre-se em todas as dire es. Entretanto, quando se coloca a ênfase na inova o para o desenvolvimento sustentável, há uma preocupa o com a dire o eo conteúdo do curso de mudança. Nesse sentido, o autor afirma que o atributo adicional de inova es para a sustentabilidade   reduzir os encargos ambientais em pelo menos um item, entre esses: gases de efeito estufa, impactos tóxicos sobre os ecossistemas e sobre os seres humanos,perda da biodiversidade,

uso inadequado do solo e da terra e de outros recursos e, assim, contribuir para melhorar a situação nas em tais áreas problemáticas.

Segundo Hemmelskamp(1996), com base na descrição geral do termo "inovação", as inovações ambientais (eco-inovações) podem ser definidas como inovações que buscam a redução dos impactos ambientais negativos causados por métodos de produção e produtos. Conforme o autor, as inovações ambientais servem para evitar ou reduzir as emissões causadas pela produção, uso ou consumo e alienação de bens; reduzir a entrada de recursos; limpar o dano ambiental causado no passado; identificar e controlar a poluição. Após esta definição conceitual, Rennings (2000), destacou que a eco-inovação está inserida na fronteira entre duas diferentes subdisciplinas econômicas: economia ambiental e economia de inovação. Enquanto a primeira diz como avaliar instrumentos de política ambiental, a segunda levou a insights sobre a complexidade de fatores que influenciam as decisões de inovação.

Utilizando a abordagem clássica identificação de inovações em diferentes perspectivas (OCDE, 1997), podemos também aplicá-la a eco-inovações, assim no nível organizacional e de gestão de organizações e de relações entre estas, surge a inovação sistêmica da abordagem da Ecologia Industrial (LUTZ *et al*, 1994; BENYUS, 1997), que trata as organizações com a visão de um corpo dentro de uma sistema maior, ecológico, conforme discutido no tópico seguinte.

2.2 Ecologia industrial

O tema central do campo da ecologia industrial é a análise da sustentabilidade dos fluxos de recursos, otimistamente esta vê as empresas como agentes possíveis de melhoria ambiental, porque elas possuem o conhecimento tecnológico fundamental para a execução bem sucedida do design ambientalmente inteligente de produtos e processos. A indústria é definida como foco, pelo fato de produzir a maioria dos bens e serviços para a sociedade, e pelo fato de ser uma fonte importante de danos ambientais (CHERTOW; ASHTON; ESPINOSA, 2008; LIFSET; GRAEDEL, 2002).

Conforme Lifset e Graedel (2002), os elementos centrais do campo da ecologia industrial são a analogia biológica, a utilização de sistemas de perspectivas, o papel da mudança tecnológica, o papel das empresas, desmaterialização e eficiência ecológica, pesquisa e prática prospectiva. De acordo com os autores, a analogia biológica tem sido aplicada principalmente em nível de instalações, distritos e regiões, usando noções emprestadas da ecologia dos ecossistemas sobre o fluxo e, especialmente, o ciclo de materiais, nutrientes e energia em ecossistemas, como um modelo potencial para as relações entre instalações e empresas. Já a utilização de sistemas de perspectivas busca evitar análises parciais e estreitas, que pode ignorar variáveis importantes e levar a consequências indesejadas. A orientação de sistemas é manifestada em várias formas diferentes: uso de uma perspectiva de ciclo de vida, uso de materiais e análise de fluxos de energia, o uso de modelagem de sistemas, simpatia multidisciplinar e interdisciplinar de pesquisa e análise.

O autores destacam ainda que a mudança tecnológica é outro termo chave para a ecologia industrial, pois muitos no campo olham para a inovação tecnológica como meio central na solução de problemas ambientais. Dentro dessa categoria tem-se o “ecodesign” como um elemento visível da ecologia industrial, devido ao seu foco na redução do uso de substâncias perigosas, na minimização do consumo de energia ou na facilitação da gestão do fim do ciclo de vida do produto, através de reciclagem e reutilização. A empresa desempenha um papel especial na ecologia industrial devido ao seu potencial de melhoria ambiental possibilitado pela a inovação tecnológica. São componentes necessários para mudanças menos antagônicas e mais cooperativas.

A desmaterialização refere-se à redução da quantidade de materiais utilizados para realizar uma tarefa. Oferece a possibilidade de dissociar o uso de recursos e impacto ambiental do crescimento econômico. O elemento finalé pesquisa prática em ecologia industrial que, em grande parte, é intencionalmente prospectiva em sua orientação. Elaquestiona como as coisas poderiam ser feitas de forma diferente, no sentido de evitar a criação de problemas ambientais (LIFSET; GRAEDEL, 2002).

A ecologia industrial pode operar em uma variedade de níveis: no nível da empresa, entre empresas, nos níveis regional, local e global. Como ilustrado na Figura 1.

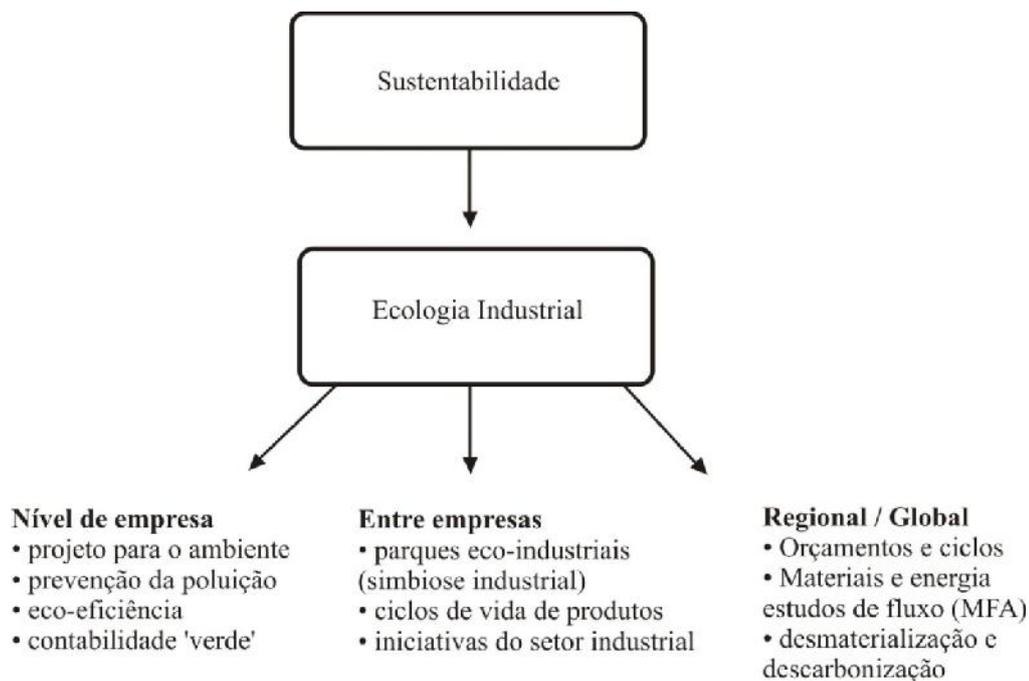


Figura 1: Elementos da ecologia industrial operando em diferentes níveis. Adaptado de Lifset e Graedel (2002).

Lifset e Graedel (2002) apontam que, em termos gerais, o objetivo da ecologia industrial é a melhoria e manutenção da qualidade ambiental. Como é possível observar na figura 1, os parques industriais fazem parte do nível em que a ecologia industrial opera “entre empresas”.

2.3 Ecossistema Industrial

Frosch e Gallopoulos (1989) defendem que a criação de um ecossistema industrial sustentável é altamente desejável do ponto de vista ambiental e pode ser altamente lucrativo. No entanto, há uma série de barreiras à sua implementação bem sucedida. Atitudes empresariais e públicas devem mudar para favorecer a abordagem ecossistêmica e regulamentos do governo devem tornar-se mais flexíveis de modo a não prejudicar indevidamente a reciclagem e outras estratégias para minimização de resíduos. Assim os autores destacam a relevância dos incentivos à reciclagem, conservação e uma mudança para materiais alternativos. Ressalta-se que o modelo tradicional de atividade industrial deve ser transformado em um modelo mais integrado: um ecossistema industrial. Os autores afirmam que em tal sistema, o consumo de energia e materiais é otimizado, a geração de resíduos é minimizado e os efluentes de um processo podem servir como a matéria-prima para outro processo. Conforme os autores, o ecossistema industrial funcionaria como um análogo de ecossistemas biológicos.

Conforme Frosch e Gallopoulos (1989), três exemplos delineiam algumas das questões envolvidas no desenvolvimento de sistemas de processos industriais auto-sustentáveis: a conversão de derivados de petróleo ao plástico, a conversão de minério de ferro ao aço, o refino e a utilização de metais do grupo da platina como catalisadores. Os autores destacam que tais exemplos foram escolhidos, porque cada um deles representa uma fase diferente na evolução de um ciclo fechado. Assim, examinando o seu funcionamento e as suas deficiências, devem fornecer informações sobre como os subsistemas podem ser melhorados de forma a desenvolver um ecossistema industrial.

Materiais em um ecossistema industrial ideal não se esgotam mais do que aqueles em um ecossistema biológico. Processos de fabricação em um ecossistema industrial simplesmente transformam estoques circulando materiais de uma forma para outra. O estoque de circulação diminui quando algum material é inevitavelmente perdido; e aumenta para atender às necessidades de uma população crescente. Essa reciclagem ainda requer o gasto de energia, a geração de resíduos e inevitáveis subprodutos nocivos, mas em níveis muito mais baixos do que são típicos de hoje. Caso os países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento abracem as mudanças será possível desenvolver um ecossistema industrial mais fechado, algo que seja mais sustentável no sentido de diminuir o fornecimento de matérias-primas e o aumento dos problemas de resíduos e de poluição. (FROSCH; GALLOPOULOS, 1989). Segundo estes autores, os países industrializados terão de fazer maiores ou menores alterações em suas práticas atuais. E as nações em desenvolvimento terão de saltar das tecnologias mais velhas e menos ecológicas e adotar novos métodos, mais compatíveis com a abordagem do ecossistema.

2.4 Simbiose Industrial

A parte da ecologia industrial conhecida como simbiose industrial, um campo emergente, envolve tradicionalmente entidades separadas, em uma abordagem coletiva para a vantagem competitiva envolvendo a troca física de materiais, energia, água e derivados. Ressalta-se que as chaves para a simbiose industrial são a colaboração e as possibilidades de sinergia oferecidas pela proximidade geográfica. Parques eco-industriais são examinados como realizações concretas do conceito de simbiose industrial. (CHERTOW, 2000)

A simbiose industrial envolve indústrias tradicionalmente separadas em abordagens de cooperação para a gestão dos fluxos de recursos que melhoram o seu desempenho ambiental global, adotando uma visão da indústria organizada como um modelo de ecossistema. Baseia-se ainda no conceito de relações simbióticas biológicas, onde os organismos independentes podem encontrar benefícios mútuos através da troca de recursos, sendo estes geralmente resíduos(CHERTOW; ASHTON; ESPINOSA, 2008).

Asimbiose industrial ocorre no nível inter-empresa, pois inclui opções de câmbio entre várias organizações; examina a gestão cooperativa e a troca de fluxos de recursos, particularmente materiais, água e energia através de aglomerados de empresas. (CHERTOW, 2000; CHERTOW; EHRENFELD, 2012).

Segundo Chertow (2000), a expressão "simbiose" baseia-se na noção de relações simbióticas biológicas na natureza, em que pelo menos duas espécies independentes trocam materiais, energia ou informações em uma forma mutuamente benéfica. A simbiose industrial consiste de lugar baseado em trocas entre diferentes entidades. Ao trabalhar em conjunto, as empresas se esforçam para um benefício coletivo maior que a soma dos benefícios individuais que poderiam ser alcançados por agir sozinho. Este tipo de colaboração pode avançar as relações sociais entre os participantes, que podem também se estender para os bairros circundantes. Ressalta-se que as simbioses não precisam ocorrer

dentro dos estritos limites de um "parque", apesar do uso popular do termo parque eco-industrial para descrever as organizações envolvidas em trocas.

Existem muitas motivações que levam as empresas a perseguirem a simbiose industrial, direta ou indiretamente, ela é utilizada para tentar cumprir outros objetivos. As motivações mais óbvias são as da visão de negócios, como a partilha de recursos, que pode reduzir custos e / ou aumentar as receitas. Entretanto, sua utilização pode melhorar em longo prazo a segurança de recursos, aumentando a disponibilidade de recursos críticos, tais como água, energia, ou matérias-primas particulares por meio de contratos. Algumas empresas buscam a simbiose em resposta à pressão regulatória ou para aumentar a eficiência do uso de recursos, a redução de emissões, ou a eliminação do desperdício (CHERTOW, 2007).

Chertow (2007) apresenta dois modelos estilizados de simbiose industrial: Modelo EIP (parques eco-industriais) planejado, no qual há um consciencioso esforço para identificar empresas de diferentes indústrias e localizá-las juntas para que possam compartilhar recursos. Típico dos EUA, o planejamento desses sistemas tem envolvido a formação de um grupo de diversos atores para orientar o processo e a participação de pelo menos uma agência governamental ou quase-governamental com alguns poderes para incentivar o desenvolvimento, como o planejamento do uso da terra e / ou zoneamento, e conceder financiamento de longo prazo. No segundo tipo, o modelo de simbiose baseado na auto-organização, um ecossistema industrial emerge de decisões por atores particulares motivados por recursos para câmbio para cumprir as metas como redução de custos, aumento de renda ou expansão dos negócios.

Chertow e Ehrenfeld (2012) afirmam utilizar o termo simbiose industrial de duas maneiras: como o amplo nome para o ramo da ecologia industrial, que procura compreender o desenvolvimento e funcionamento de recursos centrais de interfirmas, e como um descritor inclusivo para todas as situações em que as empresas trocam saídas que, na ausência de um consumidor, seriam normalmente descarregadas para o ambiente e, conseqüentemente, tratadas como externalidades ambientais.

Chertow e Ehrenfeld (2012) observaram diversas características que distinguem a simbiose industrial / redes eco-industriais de outros clusters industriais. A identificação foi feita a partir de uma variedade de perspectivas teóricas discutidas no artigo:

1. A identificação das redes simbióticas como sistemas adaptativos complexos onde a auto-organização por agentes desempenha um papel crítico em contraste com outros tipos de agrupamentos industriais.
2. A origem de ambas as externalidades positivas e negativas ambientais que são criadas coletivamente, mesmo que atores das empresas identificadas em clusters não estejam conscientes delas, mas que se tornaram conhecidas através de um processo de descoberta que faz com que a realização seja consciente.
3. O reconhecimento de que os atores em eco-indústrias estão produzindo redes públicas, bem como bens privados. A teoria econômica padrão ambiental também sugere que, em alguns casos, a assistência pública pode ser necessária para compensar os custos privados para as empresas envolvidas na rede e assim os pontos do modelo de regulação e de outros mecanismos para conseguir o deslocamento necessário.
4. A maneira em que as normas incorporadas de câmbio e outros elementos da cultura e da estrutura de co-evoluir, para incluir meio ambiente como parte do processo de institucionalização.

5. A necessidade de facilitação e coordenação através de um corpo mais ou menos formal para sustentar as normas à medida que evoluem a partir de auto-organização inicial. O objetivo das entidades de coordenação, a forma específica que elas tomam, são mais oportunidades de colaboração e de ação coletiva.

Estas características são fundamentais para modelos ou projetos práticos de implementação sigam este caminho mais sustentável.

2.5 Parques de Ecologia Industrial

A pequena cidade de Kalundborg, na Dinamarca fornece o exemplo mais conhecido de simbiose industrial em ação. No Parque de Kalundborg, os parceiros dos negócios principais incluem uma refinaria de petróleo, uma estação de energia, uma instalação de placas de gesso e uma empresa farmacêutica que trocam uma variedade de subprodutos que se tornam entradas em outros processos (CHERTOW; ASHTON; ESPINOSA, 2008). Kalundborg, a mãe de todos os parques industriais, evoluiu como uma série de relações bilaterais com mais de 25 anos (CHERTOW, 1998). Duas conclusões fundamentais ganharam aceitação sobre o caso Kalundborg. Primeiro, a simbiose Kalundborg surgiu a partir da auto-organização iniciada no setor privado para alcançar objetivos, como redução de custos, aumento de renda, expansão dos negócios, e garantia de acesso de longo prazo à água e energia. Isto implica que a simbiose não foi "visto" por pessoas de fora, porque as trocas surgiram a partir da invisível mão do mercado em vez de envolvimento ou política governamental direta. Em segundo lugar, uma vez que a revelação foi feita, uma função de coordenação foi encontrada para ser útil na organização de mais trocas, movendo-as para frente (CHERTOW, 2007).

Partindo-se deste conceito prático, alguns países buscaram institucionalizar o conceito dando-se destaque para a abordagem americana e dos gigantes econômicos do Oriente, Japão, Coreia do Sul e China. Por exemplo, de acordo com a *Korean National Cleaner Production Center (KNCPC)*, parques eco-industriais (EIP) referem-se a sistemas industriais que conservam recursos naturais e econômicos, reduzem a produção, materiais, energia, seguros, tratamento e custos passivos; melhoram a eficiência operacional, qualidade, saúde do trabalhador, e imagem pública, e oferecem oportunidades de geração de renda a partir do uso e venda de materiais frutos de desperdício (PARK; WON, 2007).

Na China os parques emergem do conceito local de simbiose industrial, a "economia circular". Conforme Zhang *et al.* (2010), o conceito de Economia Circular na China foi proposto pela Administração Estatal de Proteção Ambiental (SEPA), como uma estratégia ambiental. Partindo desta estratégia, o Programa Piloto Nacional de Parques Industriais (NPEIPP) e o Programa Piloto Nacional da Zona de Economia Circular (NPCEZP) são dois programas diferentes que estimulam a construção de Parques Eco-Industriais na China, e ambos têm conseguido progressos encorajadores. O sistema de gestão para NPEIPP foi formado gradualmente durante 2001-2007. De acordo com o último documento de gestão, seu objetivo é melhorar a utilização de resíduos e fortalecer a luta contra a poluição durante o processo de desenvolvimento da indústria. De acordo com a Comissão de Reforma e Desenvolvimento Nacional (NDRC), o NPCEZP visa melhorar a produtividade de recursos e a eco-eficiência, e centra-se na construção de um recurso de conservação.

Zhang *et al.* (2010), destacam que com base nesses dois programas, dois sistemas de gestão diferentes têm sido formados, e em conjunto, 60 parques industriais nacionais receberam aprovação para serem desenvolvidos como parques eco-industriais pilotos, seis dos quais são aprovados por ambos os programas. Depois de cerca de dez anos de desenvolvimento, a China já formou um padrão liderado pelo governo para a promoção de

parques de ecologia industrial (EIPs). Entretanto, certo número de problemas continuam a atrapalhar a promoção de Parques Eco-Industriais, a saber: os sistemas de indicadores de ambos os programas apresentam alguns problemas na aplicabilidade e viabilidade; para ambos, ainda faltam diretrizes operacionais em avaliação e controle, especialmente no caso do NPCEZP; políticas de apoio necessárias para a promoção de parques eco-industriais ainda não foram formadas; teoria e metodologia no planejamento EIPs não estão totalmente estabelecidas, e há um mal-entendimento da ecologia industrial (ZHANG *et al.* 2010).

3. Metodologia

Quanto aos aspectos metodológicos, o presente estudo trata-se de uma pesquisa exploratória, pelo fato de buscar informações sobre determinada questão (COLLIS; HUSSEY, 2005). O estudo também é descritivo por natureza, haja vista, documenta e descreve a complexidade dos fenômenos, a influência de diferentes personalidades, as diferenças de opiniões sobre questões e como estas influenciam nos resultados (JACKSON, 2011), bem como no processo de como os dados são coletados (BORDENS; ABBOTT, 2011).

Para ilustrar os caminhos percorridos pela implementação de Parques Eco-Industriais na Ásia e nos Estados Unidos, foram selecionados três exemplos TEDA, Ulsan e Devens. Os três parques foram escolhidos pelo acesso a seus representantes e a possibilidade de visita (no caso de TEDA), entretanto, os mesmos são os casos mais representativos de no cenário de desenvolvimento de iniciativas de parques de ecologia industrial além de Kalundburg, servindo como, ao mesmo tempo, uma expansão deste modelo, e também um contraponto quanto a sua estrutura administrativa.

A coleta de dados foi realizada através de pesquisa documental e de campo, sendo esta conduzida através da observação direta em um dos parques abordados (TEDA) em Tianjin, China, em 2012, onde foram discutidos os modelos utilizados e resultados obtidos. Esses resultados foram corroborados por relatórios com dados institucionais atualizados. Os dados secundários que representam a base de comparação dos modelos foram extraídos de relatórios cedidos pelo TEDA na ocasião da visita. Além disso, dois dos autores participaram do *9th Annual Industrial Symbiosis Research Symposium*, onde, além de visita ao *Tianjin Teda Eco Center* com apresentações institucionais de seus gestores e visitas a duas empresas chaves, se criou oportunidades de contatos com os pesquisadores na área, como a Profa. Marie Chertowe e o Prof. Zhang (consultores da implementação do Parque TEDA). Para o parque de Ulsan (na Coreia do Norte) foram utilizadas informações secundárias contidas em artigos publicados sobre esse Parque, além de informações oriundas de entrevistas abertas com os representantes da implementação do Parque de Ulsan, Prof. Hung-Suck Park, e do Parque de Devens (USA), Prof. John Lowitt. As entrevistas abertas são utilizadas para captar o maior número de informações possíveis sobre determinado tema, com pouca interferência do entrevistador, a partir de uma conversação informal (MYNAIO, 1993).

As informações foram tratadas através de uma análise de conteúdo baseadas nas categorias trabalhadas no referencial teórico. Tal procedimento, segundo Chizzotti (2006), constitui um conjunto de técnicas para extrair o sentido de um texto por meio de suas unidades elementares.

3.1 TEDA- Tianjin Economic-Technological Development Area

De acordo com o Handbook do 9º Simpósio Anual de Pesquisa e Simbiose Industrial (TEDA, 2012) - material entregue aos pesquisadores na visita em loco - a *Tianjin*

Economic-Technological Development Area (TEDA), é uma das primeiras áreas de demonstração eco-industrial em nível estatal, possui uma rica experiência na promoção do desenvolvimento sustentável de parques industriais e foi escolhida como um típico caso de estudos pela Ecologia Industrial. Além disso, a TEDA recebeu ampla atenção desde que introduziu o modelo administrativo de simbiose industrial, em 2010. TEDA é composta de várias subzonas e parques industriais.

O eco-parque industrial Tianjin Área de Desenvolvimento Econômico-Tecnológico (TEDA), foi criado em 06 de dezembro de 1984 [TEDA, 2013]. Através de vários anos de desenvolvimento, o TEDA reuniu um grande número de empresas multinacionais e segue investindo em empresas que representam a produtividade mais avançada do mundo. Atualmente, é um das maiores zonas de desenvolvimento econômico e tecnológico da China com a velocidade mais rápida em desenvolvimento e os benefícios mais abrangentes, bem como uma das áreas de investimento mais atraentes na China e Ásia-Pacífico.

TEDA desenvolveu uma estratégia de desenvolvimento baseada em nove grandes indústrias de base:

- Telecomunicações com empresas chaves como Motorola, Samsung Group, Honeywell e Panasonic;
- Automotiva e de Maquinários com a Toyota e a chinesa *Great Wall*;
- Bio-farmacêutica com expoentes globais como GSK, NovoNordisk, Novozyme
- Alimentação e bebidas com a cervejeira Ting Hsin e a Coca-cola;
- Novos materiais e proteção ambiental liderado por Motimo (membranas), Kyocera (unidade de energia solar), Toho (reciclagem chumbo);
- Equipamentos industriais com a Vestas e a DEC Wind Tech.,;
- Petroquímica com empresas de perfuração como Bohai Drilling, Great Wall Drilling
- Aeroespacial com a unidade chinesa de desenvolvimento de veículos de lançamento;
- Serviços modernos, incluindo finanças, logística, terceirização, etc.

Conforme destacado em seu Relatório Anual de 2011, TEDA implementou projetos de cooperação internacional com a União Européia e o Japão e complementou, com a França, um projeto piloto de quantificação de gases de efeito estufa. Estabeleceu ainda uma relação de cooperação com mais de 170 organizações e instituições internacionais. O Tianjin Teda Eco Center atua como a janela de organização para a cooperação internacional na conservação de energia e proteção ambiental no campo TEDA, procura satisfazer as necessidades de informação das empresas sobre as políticas de governo, projetos de cooperação, oportunidades de mercado, tecnologias e produtos de uma forma consistente, rápida e abrangente (TEDA, 2011).

Em TEDA tem sido implementado o modelo de partilha de infra-estrutura, eliminando pequenas caldeiras construídas por empresas, formando aquecimento urbano, fornecimento de vapor central, central de tratamento de esgoto, bem como sistema de reciclagem. Foram construídas instalações de proteção ambiental de alto padrão para garantir que as capacidades instaladas excedam a necessidade de desenvolvimento industrial e urbano, para evitar, efetivamente, a tradicional negligência comum aos processos industriais "poluição primeiro, o tratamento após". Uma série de infra-estruturas de proteção ambiental foi construída, incluindo estação de tratamento de esgoto, centro de

tratamento de águas residuais, projeto de reuso de água, usina de incineração de resíduos e projetos de rearborização de salinas. A Área tem uma capacidade de tratamento de esgotos de 152 mil toneladas por dia, capacidade de produção de água reciclada de 30.000 toneladas por dia, a capacidade de descarga de chuva total de 313,20 metros cúbicos por segundo e capacidade total de descarga de esgoto de 26,43 metros cúbicos por segundo (TEDA, 2012).

Como problemas e desafios para a promoção do desenvolvimento de eco-indústrias, TEDA (2012) destaca: maior dificuldade para o ajuste da estrutura industrial; enfrentamento da grave situação da economia de energia e redução de emissões; potencial limitado de ajuste da estrutura de energia; o Sistema de Recuperação de Resíduos precisa ser melhorado; necessidade urgente de otimização do padrão de desenvolvimento em novas áreas em desenvolvimento; a falta de um sistema de informação estatística, que dificulta a quantificação do fluxo regional de energia e fluxo de material.

O que se percebe no parque de TEDA é uma busca, quando na definição das indústrias de um desenho global do mesmo. Como algumas indústrias-chaves com possível maior impacto, busca-se incluir no planejamento do parque indústrias como a Novozyme (de enzimas para tratamentos industriais) ou a Toho (para tratamento de Chumbo) para manter o parque mais equilibrado.

Na apresentação gerencial dos representantes do TEDA é destacado, além do indicador de crescimento de faturamento total das indústrias do parque, um indicador relativo de diminuição de emissões de carbono frente a unidade de faturamento, indicando que mesmo com o faturamento das empresas crescendo, o nível de emissões tem se mantido constante nos últimos 10 anos.

3.2 Ulsan Eco-Industrial Park

Desde 2005, a Coreia do Sul tornou-se um dos principais países que estrategicamente adotam o princípio da ecologia industrial na região da Ásia-Pacífico. A economia coreana depende muito da intensidade energética, as indústrias consomem 38% da energia total nacional. Ulsan, a capital industrial da Coreia do Sul, está localizada na parte sudeste do país e consiste de uma série de complexos industriais, tanto em nível nacional quanto regional. Atualmente, cerca de 1000 empresas e mais de 100 mil pessoas são empregadas nos dois complexos industriais nacionais em Ulsan (BEHERA *et al*, 2012).

A interação com o Prof. Park, provocou a tematização do parque de ecologia industrial de Ulsan, modelo da Coreia do Norte. Ulsan é uma pequena cidade histórica com ricos recursos naturais, recebeu o status de zona especial industrial em 1962 e, conseqüentemente, foi desenvolvida para ser a capital industrial da Coreia do Sul. Para reverter a deterioração da qualidade ambiental, o governo coreano impôs rigorosas normas de qualidade ambiental no complexo industrial de Ulsan no final de 1980. Como resultado, as empresas intensificaram seus investimentos na prevenção da poluição e gestão ambiental. A Ecologia industrial está sendo usada como um meio para estimular o desenvolvimento sustentável, em parques industriais coreanos (PARK; WON, 2007).

Park e Won (2007) destacam que em 2005, a Coreia iniciou um ambicioso plano de eco-parque industrial (EIP) trifásico, para 15 anos, uma iniciativa sob a liderança do *Korean National Cleaner Production Center* (KNCPC 2004).

Todas as redes de simbiose desenvolvidas em Ulsan começaram com uma proposta para um modelo de negócio e uma investigação de viabilidade, que foram posteriormente comercializados por meio de negociações e contratos entre as diferentes partes interessadas. Devido às características dessas redes emergentes de simbiose, a repartição

de benefícios é considerada muito importante durante as negociações. O Ulsan EIP centro tem, até agora, facilitadas e apoiadas uma lista de 40 sinergias que parecem mais provavelmente benéficas com na base da sua atividade esperada e nos benefícios de sustentabilidade. Do total, 13 redes estão atualmente em operação, enquanto 20 estão em negociação e / ou em fase de projeto e sete estão em investigação de viabilidade (BEHERA *et al*, 2012).

Alguns objetivos do Projeto EIP Ulsan conforme Park e Won (2007): estabelecer o Ulsan ECO Centro, uma organização composta de profissionais do setor e especialistas acadêmicos, incluindo representantes da Universidade de Ulsan, que fornece orientação para os interessados e renovar os parques nacionais industriais Mipo e Onsan, transformando-os em parques eco-industriais através da aplicação de simbiose industrial (IS) de forma eficaz e sistemática.

Destaca-se ainda que a iniciativa EIP Ulsan para acelerar a expansão sistemática da rede simbiótica industrial envolve três fases:

- (1) a coleta de dados quantitativos e qualitativos de todas as empresas do parque industrial (embora não seja fácil de adquirir dados confiáveis).
- (2) A análise dos dados e identificação de simbiose se refere ao tratamento de dados das empresas para identificar ligações possíveis em termos de oferta e demanda.
- (3) Implementação e suporte, envolvem facilitação e apoio para ajudar as partes envolvidas a implementar as ligações identificadas Won et al. (2006 *apud* PARK; WON, 2007).

O maior desafio no projeto EIP Ulsan é a relutância das empresas e representantes industriais para assumir um papel ativo na iniciativa. A consciência insuficiente sobre EIP entre as empresas é um dos principais motivos. Outro desafio importante é trazer as normas e padrões ambientais atuais em conformidade com a abordagem EIP Ulsan. A cidade de Ulsan foi declarada Eco-Polis Ulsan em 2004. O objetivo da Eco-Polis Ulsan é a convivência harmoniosa das indústrias, meio ambiente e seres humanos (PARK; WON, 2007).

3.3 Devens Eco-Industrial Park

O caso de Devens tem tido algum destaque na literatura por ser o maior caso de sucesso americano no conceito de Simbiose Industrial. O professor e consultor Peter Lovitt tem sido o responsável pelo apoio conceitual a prática, historicamente derivada da busca pela repetição do caso de Kalundburg.

Devens está situado no centro de Massachusetts, é uma comunidade auto-suficiente de 4.400 hectares que abriga empresas de alta tecnologia de classe mundial. Devens tem um ambiente cuidadosamente planejado onde as empresas e moradores podem colaborar de maneira recíproca e prosperar. Empresas que buscam atingir a sustentabilidade corporativa têm em Devens uma boa opção para executar seus projetos. (DEVENS, 2012)

Segundo Lovitt (2012), todos os planos consideram a sustentabilidade como parte integrante do desenvolvimento de base e do funcionamento do Parque. Todas as equipes presentes concordaram em proteger o lençol freático em Devens, manter a limpeza do local, a contribuir para a implementação de uma agricultura sustentável, além de implementar uma estratégia global de reciclagem. Três grupos estão focados na ecologia industrial e de emissões zero, e em nenhum sistema de resíduos, tornando-se semelhante a uma comunidade biológica.

Conforme declarado no Relatório Anual (DEVENS, 2012), o Parque Eco-Industrial de Devens, possui um Centro de Eco-eficiência para ajudar empresas a evitar o desperdício

econômico, material e de recursos ecológicos. Com a ajuda de uma concessão do Departamento de Proteção Ambiental de Massachusetts, o Centro lançou um serviço em 2012 para ajudar os provedores de alimentos a capturar resíduos orgânicos para realizar a compostagem. A primeira empresa a se beneficiar foi um restaurante local, atualmente, a empresa separa cerca de 3.500 quilos de produtos orgânicos por mês e diminuiu seus custos de eliminação em 20%.

O Documento destaca ainda que um grande programa de Intercâmbio do Centro facilitou a reutilização de cerca de 35 toneladas de subprodutos indesejáveis e eliminou a compra e os custos de eliminação de 51 entidades. O Centro também criou um programa para a coleta de pallets, que elimina a necessidade de utilizar esses itens e garante o seu uso mais eficiente, para revenda ou reutilização como matéria-prima na geração de energia renovável. O Centro de Eco-Eficiência Devens, além da assistência técnica, oferece fóruns educacionais para a propagação e compartilhamento de informações ambientais e busca de parcerias. Oferece ainda apresentações sobre os benefícios de parques com o conceito eco-industrial.

De acordo com Lowitt (2012), os seguintes fatores são responsáveis por tornar um parque eco-industrial algo favorável: Edifícios verdes; Gestão do Parque; Uso de materiais reciclados na infra-estrutura do parque; Implantação de infra-estrutura verde; Reciclagem de serviços para ocupantes do parque; Serviços de infra-estrutura compartilhada; Opções de transporte público ou alternativo; Proteção dos recursos naturais através do bom desenho do espaço; Uma abordagem holística para o desenvolvimento.

4. Resultados e Discussão

Como resultado da discussão proposta, tem-se um panorama da difusão de práticas inovadoras de ecologia industrial nas empresas estabelecidas em Parques Industriais. São expostos conceitos fundamentais para o entendimento do processo de instalação de um parque no qual a inovação ambiental é um requisito fundamental.

Os exemplos destacados buscam apresentar um maior entendimento do processo. Entretanto, ressalta-se que a implementação de um parque eco-industrial enfrenta desafios diferentes conforme o contexto no qual será instalado. Considera-se, porém, que algumas medidas e o conhecimento dos conceitos essenciais aplicam-se de maneira geral para a concepção do conceito que relaciona a sustentabilidade às práticas industriais.

Para o desenvolvimento de parques de ecologia industrial, em geral, são considerados três oportunidades de recursos primários para a troca: (1) Subproduto: reutilização da troca de empresa de materiais específicos entre duas ou mais partes para uso como substitutos de produtos comerciais ou matérias-primas. (2) Utilitário: infra-estrutura de compartilhamento de a utilização conjunta e gestão dos recursos comumente utilizados, tais como energia, água e esgoto. (3) prestação conjunta de serviços que satisfaça as necessidades comuns entre as empresas para as atividades auxiliares, tais como combate a incêndios, transporte e fornecimento de alimentos (CHERTOW; ASHTON; ESPINOSA, 2007).

A discussão sobre simbiose industrial é essencialmente uma forma de eco-indústria que opera pela gestão cooperativa dos fluxos de recursos de empresas geograficamente agrupadas. Parques eco-industriais (EIP) representam uma forma prática de aplicar tal conceito, e estes estão se tornando cada vez mais comuns em todo o mundo (ZHANG *et al.* 2010).

De acordo com Chertow (2007), nas fases iniciais não há consciência pelos participantes de "simbiose industrial" ou inclusão em um "ecossistema industrial", mas este pode se desenvolver ao longo do tempo. Políticas prescritas para incentivar a descoberta de

simbioses incluem: a formação de equipes de reconhecimento para identificar áreas industriais susceptíveis de ter uma linha de base de trocas e mapeando de seus fluxos de conformidade; oferecimento de técnica ou assistência financeira para aumentar o número de interações; e a busca por locais onde precursores simbióticos comuns já existem.

O Quadro 1 destaca informações relevantes sobre alguns resultados identificados nos três parques em destaque neste estudo.

Parques Eco-Industriais	Destques
TEDA	<ul style="list-style-type: none"> - Relação de cooperação com mais de 170 organizações e instituições internacionais; - Capacidades: Tratamento de esgotos: 152 mil toneladas por dia; Produção de água reciclada: 30.000 toneladas por dia; Capacidade de descarga de chuva total: 313,20 metros cúbicos por segundo; Capacidade total de descarga de esgoto: 26,43 metros cúbicos por segundo; - Crescente aumento do faturamento das empresas e manutenção constante do nível de emissões de carbono, nos últimos 10 anos.
ULSAN	<ul style="list-style-type: none"> - 40 sinergias facilitadas e apoiadas; - Número total de atividades de simbiose industrial: 70, com 34 a partir de sistemas de serviços públicos coletivos, 19 intercâmbios de subprodutos, 9 conexões compartilhadas para a energia a vapor, 5 uso do excesso de vapor e três ligações para a reciclagem de água industrial.
DEVENS	<ul style="list-style-type: none"> - Possui um Centro de Eco-eficiência para ajudar empresas a evitar o desperdício econômico, material e de recursos ecológicos. - O Parque possui um Centro de Eco-eficiência para ajudar empresas a evitar o desperdício econômico, material e de recursos ecológicos. - Captura de resíduos orgânicos para realização de compostagem: Enquanto primeiro beneficiado, um restaurante local, atualmente separa cerca de 3.500 quilos de produtos orgânicos por mês e diminuiu seus custos de eliminação em 20%; - Um grande programa de Intercâmbio do Centro facilitou a reutilização de cerca de 35 toneladas de subprodutos indesejáveis e eliminou a compra e os custos de eliminação de 51 entidades; - Além da assistência técnica, oferece fóruns educacionais para a propagação e compartilhamento de informações ambientais e busca de parcerias.

Quadro 1: Destaque de resultados identificados

Fonte: elaborado pelos autores.

Os Parques destacados no estudo serviram como referência para o entendimento do processo de desenvolvimento de um parque eco-industrial, pois apresentam elementos fundamentais para o entendimento do processo de desenvolvimento dessas áreas onde trocas são promovidas no sentido de alcançar uma maior sustentabilidade dos processos industriais.

5. Considerações Finais

O aumento atual na preocupação com os problemas ambientais globais desde a mudança climática à escassez de recursos, e para a sustentabilidade de maneira mais ampla, no entanto, estão empurrando valores antigos e lenta mudança de normas, tanto nos negócios e na sociedade em geral. A simbiose industrial, por si só, pode ser vista simplesmente

como um uso mais eficiente de energia e materiais. Mas, quando preocupações sobre a insustentabilidade se tornarem uma força motriz mais dominante, então as redes eco-industriais terão um papel importante a desempenhar em nossa abordagem em direção a um mundo sustentável (CHERTOW; EHRENFELD, 2012).

O estudo proposto buscou evidenciar as categorias principais de análise ligadas à concepção de parques de ecologia industrial, caracterizando estes e evidenciando aspectos sobre inovação, eco-inovação, ecologia industrial e simbiose industrial. Outrossim, também foram expostas informações específicas sobre três parques de ecologia industrial que servem como referência mundial para a prática: Ulsa, TEDA e Devens. A relevância do Parque de Kalundborg, na Dinamarca, considerado como a mão de todos os Parques (CHERTOW, 1998) também foi destacada na discussão.

Diante do exposto, partindo do cenário mundial, busca-se contribuir para o desenvolvimento da discussão sobre a viabilidade do desenvolvimento de parques de ecologia industrial na América Latina. O panorama descrito no estudo pode subsidiar a discussão de estratégias de desenvolvimento regional, na América Latina, a partir de uma alternativa mais sustentável quando comparada aos modelos de desenvolvimento industrial ora dominantes.

6. Referências

- ALDRICH, HE; FIOL, C.M.. Fool Rush in? The Institutional Context of Industry Creation. **Academy of Management Review**. v. 19, n. 4, p. 645-670, 1994.
- BEHERA *et al.* Evolution of ‘designed’ industrial symbiosis networks in the Ulsan Eco-industrial Park: ‘research and development into business’ as the enabling framework. **Journal of Cleaner Production**. v. 29–30, p.103–112, 2012.
- BESSANT, J. R.; TIDD, J. **Innovation and entrepreneurship**. England: John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West sussex, 2008.
- BENYUS, J. M. **Biomimética: inovação inspirada pela Natureza**. São Paulo: Cultrix, 1997.
- BORDENS, K. S.; ABBOTT, B. B. **Research design and methods: a process approach**. 8th. New York: McGraw-Hill, 2011.
- BURNS, T.; STALKER, G. M. **The Management of Innovation**. London: Tavistok, 1961.
- CHERTOW, M. R. The Eco-industrial Park Model Reconsidered. **Journal of Industrial Ecology**. v.2, n. 3, 1998.
- CHERTOW, M. R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. **Annual Review of Energy and the Environment**, v. 25, n.1, p. 313-337, 2000.
- CHERTOW, M. R. Uncovering industrial symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**, v. 11, n. 1, p. 11-30, 2007.
- CHERTOW, M. R; ASHTON, W. S.; ESPINOSA, J. C. Industrial Symbiosis in Puerto Rico: Environmentally Related Agglomeration Economies. **Regional Studies**, v. 42.10, p. 1299–1312, 2008.
- CHERTOW, M. R.; EHRENFELD, J. Organizing Self-Organizing Systems: Toward a Theory of Industrial Symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**. v.16, n.1, 2012.

- COLLIS, J; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração**: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.
- DEVENS. **Welcome to devens**. Disponível em: <http://www.devensec.com/sustain.html>. Acesso em: 05 mai. 2013.
- DEVENS. **Annual Report**. 2012. Disponível em: http://www.massdevelopment.com/wp-content/uploads/2013/01/Devens_Annual_Report_2012.pdf. Acesso em: 05 mai. 2013.
- DRUCKER, P. The Next Society. **The Economist**. 01 nov. 2001. Disponível em: <http://www.economist.com/node/770819>. Acesso em: 01 ago. 2012.
- FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, N. E. Strategies for manufacturing. **Scientific American**, v. 261, n. 3, p. 144-152, 1989.
- HEMMELSKAMP, J. Environmental policy instruments and their effects on innovation. **ZEW Discussion Papers**. n. 96-22, p.01-27, 1996. Disponível em: <http://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/29463/1/257727930.pdf> Acesso em: 04 mai. 2013.
- JACKSON, S. L. **Research methods** : a modular approach. 2nd. Belmont, CA: Wadsworth/Cengage Learning, 2011.
- LIFSET, R.; GRAEDEL, T. E. Industrial ecology: goals and definitions. In: Ayres, R. U.; Ayres, L. W. **A handbook of industrial ecology**. Northampton: Edward Elgar Publishing, 2002.
- LOWITT, Peter. **Devens: an eco-industrial park**. Devens, Massachusetts USA, 2012. Disponível em: http://www.eco-innova.eu/lw_resource/datapool/_items/item_281/7-eco_innovation_park_devens.pdf Acesso em: 05 mai. 2013.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio do conhecimento científico: pesquisa qualitativa em saúde. 2a edição. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco, 1993.
- OCDE/FINEP. **Manual de Oslo**: propostas de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica, 1997. Disponível em: http://download.finep.gov.br/imprensa/manual_de_oslo.pdf. Acesso em: 01 jun. 2012.
- OSBORNE, S. P.; BROWN, L. Innovation, public policy and public services delivery in the UK. The word that would be king? **Public Administration**, v. 89, n. 4, p. 1335-1350, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9299.2011.01932.x>. Acesso em: 01 mai. 2013.
- PAULUS, P.; NIJSTAT, B. **Group Creativity**: Innovation through Collaboration. Oxford: Oxford University Press, 2003.
- PARK, H. S. WON, J. Y. Ulsan Eco-industrial Park: Challenges and Opportunities **Journal of Industrial Ecology**. v. 11, n. 3, 2007.
- PETTIGREW *et al.* **Innovative Forms of Organizing**. London: Sage, 2003.
- RENNINGS, K. Redefining innovation: eco-innovation research and the contribution from ecological economics. **Ecological Economics**, v.32, p. 319–332, 2000.
- SCHUMPETER, Joseph. O Fenômeno Fundamental do Desenvolvimento Econômico. In: SCHUMPETER, Joseph **A Teoria do Desenvolvimento Econômico**. Rio de Janeiro: Nova Cultural, 1985.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, Socialism and Democracy**. Kessinger Publishing, 2010. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=Yk9wDwEACAAJ>. Acesso em: 03 mar. 2013.

TEDA. **Tianjin Economic-Technological Development Area**. [2013] Disponível em: <http://en.investteda.org/>. Acesso em: 05 jan. 2013.

TEDA. **ECO Center Annual Report**. 2011.

TEDA. 9th Annual Industrial Symbiosis Research Symposium. **Handbook**. Tianjin, China: 2012.

TRÍAS DE BES, Fernando; KOTLER, Philip. **A Bíblia da Inovação**. São Paulo: Leya, 2011.