

## Parques Industriais Ecológicos como instrumento para o desenvolvimento sustentável do estado do Rio Grande do Sul

Eco-Industrial Parks as a tool for sustainable development of Rio Grande do Sul State

**Carina Zucchetti Lutz<sup>1</sup>**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil  
carina\_lutz@hotmail.com

**Daniel Canello Pires<sup>2</sup>**

Ventura Gestão Ambiental, Brasil  
dpires88@hotmail.com

**Carlos Alberto Mendes Moraes<sup>1</sup>**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil  
cmoraes@unisinos.br

---

**Resumo.** O tema deste estudo são os Parques Industriais Ecológicos (PIEs) e de que maneira estes podem auxiliar no desenvolvimento sustentável, analisando sua constituição e de que forma podem ampliar o desenvolvimento sustentável em seus três pilares: econômico, ambiental e social. Ao longo do estudo, são abordados temas e conceitos centrais ao entendimento do que sejam os Parques Industriais Ecológicos e como operam: ciclos biogeoquímicos, ecologia industrial e simbiose industrial. Como metodologia para este estudo, foi utilizada a pesquisa bibliográfica e documental, complementando seu delineamento com um levantamento de dados junto a especialistas no tema, através de um questionário aplicado por e-mail. Ao final deste estudo, buscou-se apresentar os elementos para uma proposta de implementação de PIEs no Estado do Rio Grande do Sul. Apresentam-se os elementos implicados no desenvolvimento de PIEs segundo as seguintes dimensões: planejamento e incentivo; implantação; gerenciamento; barreiras e resistências e, também, os elementos que servem como motivação para a implantação de PIEs no Estado do Rio Grande do Sul.

**Palavras-chave:** Parques Industriais Ecológicos, Ecologia Industrial, Desenvolvimento Sustentável.

**Abstract.** The theme of this paper is the Eco-Industrial Parks (EIPs) and the way they can be helpful in sustainable development, considering their constitution and how they can expand the sustainable development in their three pillars: economic, environmental and social. Three different approaches regarding the main themes and concepts were studied to better clarify what the Eco-Industrial Parks are and how they operate: biogeochemical cycles, industrial ecology and industrial symbiosis. For this study a bibliographic and documentary research was carried out complementing its design with a data collection from experts on the subject, through a questionnaire applied by e-mail. At the end of this study we sought to present the elements for a proposal of implementation of EIPs in the State of Rio Grande do Sul. The elements involved in the development of EIPs are presented according to the following dimensions: planning and incentive; implantation; management; obstacles and resistance and also the elements that serve as a motivation for the implantation of the EIPs in the State of Rio Grande do Sul.

**Key words:** Eco-Industrial Parks, Industrial Ecology, Sustainable Development.

---

<sup>1</sup> Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Av. Unisinos, 950, Cristo Rei, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Ventura Gestão Ambiental. Av. Unisinos, 950, Sala 205 B, Unitec, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil.

## Introdução

A ideia para este estudo de Parques Industriais Ecológicos (PIEs) surgiu a partir de dados (FIERGS, 2008) sobre a economia e a indústria gaúcha, a última representando cerca de 11% do parque industrial brasileiro, o que significa que, no estado do Rio Grande do Sul, há um cenário para a implantação de Parques Industriais Ecológicos, graças ao potencial econômico do estado e da diversidade de tipologias industriais. O estado do Rio Grande do Sul é o terceiro maior no Brasil em número de indústrias (FIERGS, 2008), possuindo 32.903 empresas. Além disso, possui tipologias diversificadas na indústria de transformação e vários polos localizados. Possui também diversos gêneros de indústrias, como, por exemplo: alimentos e bebidas (4.881 empresas), têxteis (1.010 empresas), celulose e produtos de papel (382 empresas) e metalurgia básica (610 empresas). Com um parque industrial tão grande, é possível que as experiências já existentes possam servir de exemplo para a criação de PIEs no Rio Grande do Sul.

Este estudo parte também dos resultados já obtidos com experiências anteriores com Parques Industriais Ecológicos, tais como: a pioneira cidade dinamarquesa de Kalundborg e a experiência brasileira dos Ecopolos na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro. Outro motivo para o estudo do tema é de que a legislação ambiental está cada vez mais exigente, a escassez de recursos naturais está aumentando cada vez mais e as muitas atividades industriais estão causando significativos impactos ambientais. Esses fatores estão levando a sociedade a uma procura por alternativas e tecnologias mais avançadas para a solução de problemas ambientais. A Ecologia Industrial traz soluções, olhando internamente para os processos e tendo uma visão holística da atividade industrial e dos ecossistemas, buscando uma modificação da maneira de se pensar nos processos e produtos para reduzir os impactos causados ao meio ambiente.

Os PIEs, ferramenta da Ecologia Industrial, são ecossistemas industriais em que as indústrias, utilizando a gestão ambiental cooperativa, interagem como nos ecossistemas naturais para alcançar o desenvolvimento sustentável (Fragomeni, 2005). Muitos modelos de gestão ambiental tratam seus problemas de forma isolada dentro da empresa, utilizando instrumentos para solucionar problemas internos

sem considerar que, em conjunto com outras empresas, poderiam ter uma solução integrada. São conhecidos os diversos instrumentos e abordagens utilizados em empresas com um Sistema de Gestão Ambiental implantado com eficiência, mas que muitas vezes apresentam problemas ambientais de difícil resolução interna. Em alguns casos, é possível integrar um grupo ou distrito industrial em um ciclo fechado onde não há descarte de resíduos ao meio ambiente e extração de matérias virgens. Quando uma comunidade de indústrias coopera e desenvolve parcerias entre si e com a comunidade local com o objetivo de compartilhar de forma eficiente recursos e serviços (matéria-prima, resíduos, água, energia, infraestrutura, informações, transporte e treinamento), esta obtém ganhos econômicos, ambientais e sociais. Os PIEs espelham sistemas naturais, onde os organismos vivos interagem com outros organismos, e assim as indústrias organizam-se, desenvolvendo parcerias como em uma comunidade.

Para que um PIE seja implantado, é necessária uma metodologia composta de algumas etapas: planejamento, projeto, construção e operação. Em cada uma dessas etapas, há a avaliação e a identificação de diversos fatores para tornar possível a implantação e a operação de um PIE dentro dos princípios da ecologia industrial. Há diversos benefícios com a implantação de PIEs, que servem como motivação para os setores público e privado.

O tema deste estudo são os PIEs e como estes podem auxiliar no desenvolvimento sustentável. Será abordada sua constituição e de que forma pode ampliar o desenvolvimento sustentável em seus três pilares: econômico, ambiental e social. O estudo/artigo/trabalho inicia com uma ampla revisão bibliográfica sobre Ecologia Industrial, como base para a compreensão e o estudo do tema, e segue apresentando levantamento bibliográfico sobre o atual desenvolvimento de PIEs. Completando essa revisão, são apresentados capítulos referentes ao desenvolvimento propriamente dito de PIEs através de seu planejamento e seu projeto, de sua implantação, de seu gerenciamento e sua operação, e de barreiras enfrentadas no desenvolvimento de PIEs. A seguir, é apresentada a metodologia utilizada neste trabalho. No capítulo seguinte, são apresentados os resultados baseados na pesquisa bibliográfica e no levantamento com especialistas no tema.

## Parques Industriais Ecológicos

Esta pesquisa iniciou-se com uma ampla revisão bibliográfica realizada em livros de engenharia e meio ambiente e com ênfase na área de Ecologia Industrial e Parques Industriais Ecológicos; com pesquisa em teses, dissertações e resumos de congressos na área da Ecologia Industrial e de Parques Industriais Ecológicos; e com pesquisa realizada em periódicos científicos como artigos de revistas técnicas e artigos disponibilizados na internet utilizando-se de unitermos como: Ecologia Industrial, Parques Industriais Ecológicos, Simbiose Industrial, Distritos Industriais e Desenvolvimento Sustentável. Nesta pesquisa bibliográfica, também está incluída a revisão sobre outros temas envolvidos neste estudo, como ciclos biogeoquímicos e metabolismo industrial. Este estudo também está focado em levantamento de dados já existentes e na atual experiência do Brasil sobre o tema Parques Industriais Ecológicos. Baseado nisso, esta metodologia foi elaborada prevendo um levantamento de informações com especialistas no tema.

### *Ciclos biogeoquímicos e ciclos de materiais industriais*

O início do estudo da Ecologia Industrial está na compreensão de alguns conceitos da ecologia, como os ciclos biogeoquímicos. Aliado a isso há também o estudo do ciclo de materiais industriais que ocorre durante qualquer atividade de transformação de matéria-prima. O entendimento desses dois ciclos e a analogia a ser feita entre ambos é que sustenta e dá base para se estudar os Parques Industriais Ecológicos.

Um ciclo biogeoquímico é o percurso realizado no meio ambiente por um elemento químico essencial à vida (Braga *et al.*, 2005). Ao longo do ciclo, cada componente é absorvido e reciclado por componentes bióticos (seres vivos) e abióticos (ar, água, solo) da biosfera e, às vezes, pode se acumular durante longos períodos em um mesmo lugar. É através dos ciclos biogeoquímicos que os elementos químicos e os compostos químicos são transferidos entre os organismos e entre diferentes partes do planeta. Esse processo de reciclagem de matéria é de suma importância, uma vez que os recursos na Terra são finitos e a vida depende do equilíbrio natural desse ciclo.

Os ciclos de materiais industriais envolvem a transformação de matérias-primas em produtos e serviços, a sua produção, seu transporte, resíduos gerados e a disposição final do produto (Fragomeni, 2005). Ao contrário do que inicialmente somos induzidos a pensar, a “estrutura trófica” de um sistema industrial não é composta apenas por indústrias, mas sim por todas as atividades humanas, incluindo mineração, manufatura, agricultura, construção, geração de energia, transporte, uso de produtos e a sua disposição final. Os ciclos industriais são parcialmente fechados, ou consistem simplesmente em fluxos de materiais. Em outras palavras, os sistemas industriais geralmente não reciclam seus nutrientes, ou os reciclam numa pequena proporção. Assim, os sistemas industriais iniciam seus processos com materiais (minérios, etc.) de alta qualidade, extraídos da natureza e os retornam para o meio externo sob forma degradada (Barbieri, 2007).

A presença de um sistema industrial faz com que as quantidades de material variem mais do que se este não existisse, causando assim uma alteração do ciclo natural. O desequilíbrio dos fluxos de troca entre o sistema industrial e o ambiente, devido ao acúmulo de material em partes do sistema e à ação exploratória em outras partes, causa um impacto no meio ambiente.

### *Ecologia Industrial e suas principais ferramentas*

A Ecologia Industrial é uma análise do funcionamento de sistemas biológicos e sistemas industriais, das suas interações a partir de fluxos de materiais e energia. Para Fragomeni (2005, p. 21), “estabelece a analogia entre os ecossistemas naturais e o conjunto de atividades industriais, denominados ecossistemas industriais, como norteador da otimização da utilização de materiais, desde a matéria-prima virgem até a disposição final de resíduos pelas indústrias”.

A Ecologia Industrial deseja, em síntese, alcançar o desenvolvimento sustentável. Baseando-se no paralelo apresentado entre os sistemas biológicos e industriais, a Ecologia Industrial visa a investigar, através da análise dos balanços dos fluxos de materiais, como os ecossistemas industriais podem “se fechar”, analogamente ao modelo do produtor-consumidor-decompositor dos sistemas naturais. Sugere que a busca da sustentabilidade pela

atual sociedade econômica deve ser alcançada através da promoção de ações sinérgicas entre indústrias, assim como pelo aprimoramento da eficiência da utilização dos recursos naturais individualmente por cada atividade industrial na busca da otimização dos recursos materiais. A Ecologia Industrial possui três diferentes níveis nos quais pode ser aplicada (Veiga, 2007):

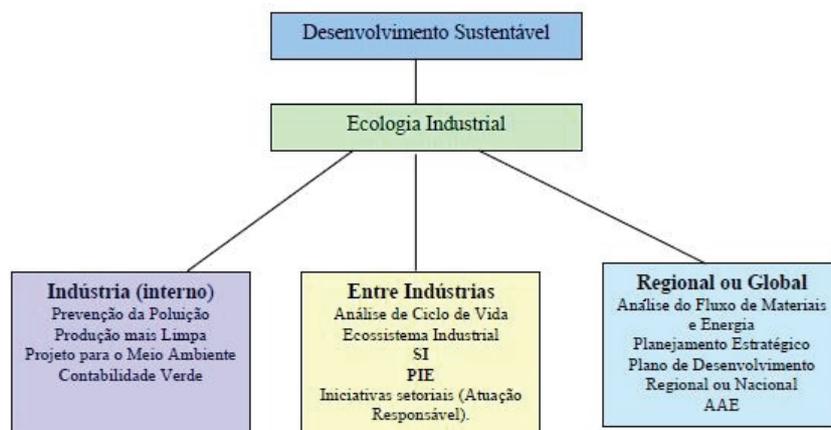
- (a) *Dentro da própria indústria*: podem-se mencionar algumas ferramentas possíveis de serem adotadas como a Prevenção da Poluição, a Produção mais Limpa, o Projeto para o Meio Ambiente e a Contabilidade Verde.
- (b) *Entre indústrias*: podem-se mencionar, Análise de Ciclo de Vida, SI, PIEs e algumas iniciativas setoriais como o Programa de Atuação Responsável, entre outros.
- (c) *Em nível regional ou global*: podem-se mencionar, Análise do Fluxo de Materiais e Energia, Planejamento Estratégico Institucional, Planos de Desenvolvimento Regional ou Nacional e Avaliação Ambiental Estratégica (AAE).

A Figura 1 mostra os níveis de abrangência da Ecologia Industrial citados anteriormente, onde é possível observar o quão ampla é, e até em qual escala pode atingir sua influência, desde a mais reduzida (internamente na indústria) até a mais ampla (regional ou global). Através desta representação pode-se observar que a Ecologia Industrial é aplicável em várias situações.

A Ecologia Industrial possui alguns princípios básicos. Lowe (2001 *in* Veiga, 2007), definiu-os assim:

- (a) Integração entre a indústria e o ecossistema industrial, através de mecanismos de reuso e reciclagem de materiais, redução no consumo de energia, água e matéria-prima e minimização dos resíduos provenientes da atividade industrial,
- (b) Reengenharia da produção: substituição de tecnologias tradicionais por novas tecnologias,
- (c) Fazer mais com menos, tecnicamente chamado de desmaterialização, e
- (d) Planejar os sistemas industriais considerando as necessidades econômicas e sociais da comunidade: novas oportunidades de emprego, melhores condições de trabalho e diminuição dos impactos resultantes da atividade industrial no meio ambiente. Fazendo-se uma analogia entre a EI, a SI e o PIE, pode-se dizer que a EI representa um campo de estudo e pesquisa e a SI e o PIE representam duas ferramentas da EI que adotam e buscam inserir, nos sistemas industriais, os princípios da EI.

Para a operacionalização da Ecologia Industrial, há uma série de instrumentos que, com suas próprias metodologias e regras, têm o mesmo princípio básico. O Quadro 1 exemplifica os principais instrumentos da Ecologia Industrial, identificando suas respectivas escalas de aplicação e seu objetivo de uso.



**Figura 1.** Níveis de abrangência da Ecologia Industrial (Veiga, 2007).

**Figure 1.** Levels of coverage of Industrial Ecology (Veiga, 2007).

**Quadro 1.** Instrumentos da Ecologia Industrial.**Chart 1.** Industrial Ecology Tools.

Instrumentos	Escala	Uso
Produção mais Limpa (P + L)	Empresa	Viabilizar o aumento da eficiência no uso de matérias-primas, água e energia e a não-geração, a minimização ou a reciclagem de resíduos em todo tipo de setor produtivo.
Análise do Ciclo de Vida (ACV)	Produto	Viabilizar comparações materiais envolvendo todo o ciclo de vida do produto, desde a etapa de extração de seus insumos de produção até as etapas de pós-consumo.
Eco-design (Design for Environment – DfE)	Produto	Viabilizar o design ou o projeto de produtos incorporando objetivos ambientais com pouca ou nenhuma perda do desempenho, da vida útil ou da funcionalidade dos produtos.
Parques Industriais Ecológicos (PIEs)	Local	Viabilizar ganhos econômicos, ambientais e sociais através da colaboração do gerenciamento ambiental e dos recursos disponíveis através de um trabalho sinérgico entre empresas colocalizadas em um mesmo complexo ou área industrial.

Fonte: adaptado de US-EPA (2001) por Fragomeni (2005).

As principais ferramentas da ecologia industrial, a seguir descritas, que são utilizadas para melhorar os ciclos de materiais nos sistemas industriais são a Simbiose Industrial e os Parques Industriais Ecológicos.

#### *Simbiose Industrial*

Dentre as estratégias para a implementação da Ecologia Industrial, está o conceito de Simbiose Industrial (SI). Esse termo faz referência à relação ecológica de simbiose, que é descrito como a relação entre indivíduos de espécies diferentes na qual as duas espécies envolvidas são beneficiadas. No contexto industrial, a SI é a co-operação tanto dos processos produtivos dentro de uma mesma empresa quanto entre várias empresas diferentes que trocam e partilham entre si diversos serviços e materiais. O conceito está baseado na sinergia entre diferentes atividades produtivas que apresentam maior eficiência de recursos aliados a benefícios ambientais e econômicos (Pereira *et al.*, 2007).

A simbiose industrial está baseada em três pilares:

- Informação geográfica,
- Informação organizacional,
- Informação sobre processos.

Para Pereira *et al.* (2007), as atividades industriais estão interconectadas através desses três pilares em seu diálogo mútuo. Esses pilares oferecem suporte tanto ao intercâmbio de subprodutos como à construção de uma rede de interconectividade produtiva local. O intercâmbio ocorre em um mesmo parque industrial ou entre empresas vizinhas que buscam a utilização de resíduos e subprodutos, conseqüentemente, agregando valor a estes. A simbiose industrial visa somente essa sinergia de resíduos entre empresas vizinhas ou em um distrito industrial.

#### *Parques Industriais Ecológicos*

Um Parque Industrial Ecológico (PIE) e um distrito industrial possuem duas importantes características em comum: constituem-se por um grupo de empresas localizadas em uma mesma área (bairro ou distrito) reservada à atividade industrial e possuem um agente gerenciador (ex.: empresa, associação) para atuar em prol das atividades e dos interesses comuns de seus respectivos grupos industriais. Um parque industrial demonstra claros padrões de desenvolvimento, definição de propriedade, responsabilidade pelo gerenciamento, manutenção e controle.

No entanto, o objetivo dos Parques Industriais Ecológicos é de que as empresas operem em conjunto em torno de interesses não só econômicos, mas também ambientais e sociais em comum. Sua proposta é fazer com que os aglomerados industriais funcionem localmente como ecossistemas industriais, buscando localmente o fechamento do ciclo de materiais e a racionalização e a otimização do uso de água e energia, assim como fazer que as indústrias pertencentes a um mesmo parque industrial atuem na promoção de projetos compartilhados interagindo para melhorar o desempenho ambiental, social e econômico (Fragomeni, 2005). Podem-se citar algumas características de um PIE:

- O PIE é uma comunidade de empresas/indústrias que buscam melhorar seu desempenho econômico, social e ambiental cooperando e desenvolvendo parcerias umas com as outras e com a comunidade.
- As indústrias aperfeiçoam a produção, aumentam o lucro (redução dos gastos com aquisição de matéria-prima substituída por resíduos, gastos com transporte, com a disposição de resíduos, com serviços comuns) e reduzem os impactos ao meio ambiente (poluição/resíduos) e à saúde da comunidade ao trabalharem de forma integrada.
- Uma das diferenças entre o PIE e o distrito industrial é que o PIE utiliza os conceitos e as práticas do planejamento sustentável e da gestão ambiental cooperativa e o distrito industrial não.
- O PIE integra os princípios da EI, da SI, da gestão ambiental cooperativa, da prevenção da poluição, do planejamento, da arquitetura e das construções sustentáveis. As indústrias, ao formarem parcerias, aumentam sua vantagem competitiva.

Os PIEs são um conjunto de iniciativas e não possuem uma estrutura rígida, podem apresentar qualquer uma destas características, todas ou outras mais. O perfil das indústrias e os aspectos sociais, econômicos e culturais da região são variáveis que influenciam a definição de um PIEs. Um fator de extrema relevância é o grau de cooperação e parceria entre o setor público (agências governamentais), o setor privado (empresas, indústrias e tomadores de decisão) e os membros da comunidade. Se esses elementos não se consolidarem, o desenvolvimento do PIE pode estar comprometido.

## *Panorama de desenvolvimento de PIEs*

Existem muitas experiências no mundo da criação de Parques Industriais Ecológicos, e muitas delas obtiveram êxito. Existem diversos PIEs, mas, neste capítulo, serão citados apenas dois que foram relevantes na experiência internacional e brasileira. O desenvolvimento atual de PIEs será relatado a seguir com a experiência pioneira que aconteceu em Kalundborg, na Dinamarca e, a seguir, com o projeto de PIEs no Estado do Rio de Janeiro (Rio Ecopolo), que foi o primeiro realizado no Brasil. Com relação às experiências internacionais de Parques Industriais Ecológicos, não se pode deixar de mencionar o exemplo de Kalundborg, na Dinamarca, não só por ser este um dos mais antigos como também por ser referência na literatura especializada.

Segundo Fragomeni (2005), a história de Kalundborg iniciou-se em 1961 a partir da implantação de uma nova refinaria de petróleo na cidade dinamarquesa, a Statoil, para a qual foi construído um duto de água proveniente do Lago Tisso, tendo em vista a restrita quantidade de água subterrânea disponível para seu abastecimento. Em 1972, para obter facilidades em função da disponibilidade de gás combustível da refinaria, a Gyproc, empresa sueca, instalou-se em suas proximidades e, a partir então de uma série de outras interações foram espontaneamente sendo estabelecidas, paulatinamente, em função da instalação de outras empresas neste complexo. Atualmente, este ecossistema industrial conta com seis principais parceiros. São eles:

- Termoelétrica de Asnaes: é a maior usina termoelétrica à base de carvão (capacidade de 1500 MW) da Dinamarca;
- Statoil: refinaria que pertence à estatal de petróleo da Dinamarca;
- Novo Nordik: empresa multinacional de biotecnologia, maior produtora de insulina e enzimas industriais;
- Gyproc: empresa sueca que produz placas de gesso para construção civil;
- Cidade de Kalundborg: seu sistema de aquecimento residencial é abastecido a partir do fornecimento de energia proveniente da termoelétrica Asnaes;
- Bioteknisk Jordeneus: empresa de remediação do solo.

A seguir são destacados os principais intercâmbios e reaproveitamentos de materiais,

água e energia estabelecidos entre os integrantes deste Eco Parque (Fragomeni, 2005):

- Para reduzir o consumo de água, recurso escasso em muitas regiões da Dinamarca, inclusive em Kalundborg, a refinaria Statoil fornece a água residual do seu tratamento de efluentes assim como a água de resfriamento do seu processo para a termoelétrica Asnaes, permitindo sua “dupla” utilização. Adicionalmente, Asnaes também utiliza água salgada, captada do mar, para suprir parte das suas necessidades de resfriamento, resultando em água salgada quente, sendo que uma pequena parte dela é enviada para uma fazenda de criação de peixes para reaproveitamento do calor;
- Asnaes supre as empresas Statoil e Novo Nordik com vapor para os seus processos produtivos;
- O gás combustível excedente da refinaria Statoil é tratado para remoção de enxofre, que é enviado via caminhão, na forma líquida, como matéria-prima para Kemira, um fabricante de ácido sulfúrico. O gás limpo é, em seguida, enviado para Asnaes e para Gyproc, o qual, por sua vez, é utilizado como fonte de energia.
- Em 1993, Asnaes instalou um dessulfurizador para remover enxofre de seus gases. As cinzas, isentas de enxofre, são então utilizadas por uma indústria de fabricação de cimento. O dióxido de enxofre residual é utilizado para fabricação de sulfato de cálcio (gesso), que é a matéria-prima principal para as placas produzidas pela Gyproc. O que era um resíduo para Asnaes passou a ser matéria-prima para Gyproc, viabilizando a substituição do gesso natural que era até então comprado da Espanha.
- O processo produtivo da Novo Nordik é um grande gerador de resíduos de biomassa. A empresa descobriu que este material podia ser utilizado como fertilizante, uma vez que contém nitrogênio, fósforo e potássio. A comunidade agrícola local consome anualmente aproximadamente 800.000 metros cúbicos desse fertilizante na forma líquida e 60.000 toneladas na forma sólida.
- O calor residual de Asnaes é utilizado para o abastecimento do sistema de aquecimento da cidade de Kalundborg, em substituição aos aquecedores movidos a

óleo, que eram utilizados anteriormente nas residências.

Segundo Fragomeni (2005), em meados de maio de 2002, foi dado início ao Programa Rio Ecopolo, que, no caso da experiência fluminense, foi liderado pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (RJ) (FEEMA). O primeiro passo consistiu na identificação de empresas interessadas em aderir a ele em caráter voluntário. Conforme mencionado anteriormente, a seleção das empresas foi feita pelo órgão ambiental de forma aleatória, partindo-se da identificação de áreas com alta concentração industrial e para as quais foi verificada a pré-disposição das indústrias locais em participar do Programa. O sucesso dessa mobilização inicial, conquistada durante a fase de lançamento do Programa, contou com o estreito apoio da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), que é um importante agente de articulação industrial.

Nesse contexto, foram criados, a partir dessa iniciativa, 4 Ecopolos, formalizados através da assinatura de Termos de Compromisso (fase 1) entre a FEEMA e as indústrias integrantes de seus respectivos Ecopolos. Cada indústria recebeu do órgão ambiental um certificado de criação do Ecopolo a que pertence (fase 2), intitulando-as, individualmente e nominalmente, como membro do seu respectivo Ecopolo. O Plano de Gestão (fase 3) assim como a implantação das ações propostas pelo Plano (fase 4) preconizado pelo Programa deveriam ser desenvolvidos pelas próprias indústrias, através de modelo próprio, adequado as suas características e particularidades. Não foi estipulado pelo órgão ambiental um modelo padronizado, ou critérios específicos a serem seguidos para sua formulação (Fragomeni, 2005).

O intuito era que objetivos e metas conjuntas fossem definidas a partir do mapeamento e da priorização de interações potenciais a serem estabelecidas entre as empresas. A prioridade a ser concedida às empresas integrantes dos Ecopolos no processo de licenciamento ambiental (fase 5) também foi prevista pela FEEMA como uma das fases do processo de criação de um Ecopolo.

Foram criados 5 Ecopolos :

- Distrito Industrial de Santa Cruz: 14 empresas, município do Rio de Janeiro, lançado em 17 de setembro 2002;
- Distrito Industrial de Campos Elíseos: 12 empresas, município de Duque de Caxias, lançado em 24 de outubro de 2002;

- Distrito Industrial Sul Fluminense: 3 empresas, município de Agulhas Negras, lançado em 28 de novembro de 2002;
- Distrito Industrial Fazenda Botafogo: 13 empresas, município do Rio de Janeiro, lançado em 05 de dezembro de 2002.
- Distrito Industrial de Paracambi: 13 empresas, município de Paracambi, lançado em setembro de 2002.

### *Implementação de um PIE*

Ao planejar-se um Parque Industrial Ecológico (PIE), devem ser consideradas simultaneamente as três esferas do desenvolvimento sustentável - ambiental, econômica e social - atribuindo-lhes o mesmo grau de importância. Assim, diferentemente do que rege a concepção dos distritos industriais, duas novas esferas passam a integrar o processo de implantação de um PIE: os fatores ambientais e fatores sociais, aos quais é atribuída a mesma importância que os fatores econômicos às principais etapas de implantação de um PIE - planejamento, projeto, construção e operação - e alguns elementos que fazem parte de cada uma destas etapas. Cada um destes elementos pode contribuir para preservar o meio ambiente (Veiga, 2007).

Veiga também coloca que alguns estudos definem os principais elementos presentes nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação de um PIE, sendo eles: identificação dos fatores de localização, articulação dos atores envolvidos, seleção do *mix* de indústrias, definição das fontes de financiamento, projeto urbano, projeto de infraestrutura (viária e serviços de transporte, energia, água, estação de tratamento de efluentes), partes e serviços comuns, construção sustentável das instalações, ocupação e gestão do PIE.

#### *Planejamento e projeto*

Inicialmente, deve-se definir a localização industrial. É um processo no qual se pretende comparar diferentes alternativas para a localização de um empreendimento. Essa definição é muito importante para que se obtenha o maior número de vantagens competitivas, o desenvolvimento da região e a preservação ambiental.

Para Veiga (2007), são os Elementos Iniciais do Planejamento de um PIE: seleção do sítio para implantação do PIE; disponibilidade de infraestrutura local (energia, água, vias de acesso e transporte); seleção das indústrias

(*mix*); definição do perfil socioeconômico da região; interesse dos setores público e privado da região em cooperar com o empreendimento; ambiente político, legislações e regulamentos locais; interesse das indústrias locais em cooperar; disponibilidade de matéria-prima e recursos na região; estrutura e dinâmica industrial local; incentivos públicos (opções de financiamento, incentivos fiscais); relação comunidade local x empreendimento e disponibilidade de mão de obra (capacitação, custo).

O processo de seleção de indústrias deve buscar um equilíbrio entre os seguintes fatores: elementos de um distrito industrial x elementos do PIE, objetivo ambiental x objetivo econômico x objetivo social, ocupação do PIE com o *mix* de indústrias que possibilite, mesmo que a longo prazo, a troca de resíduos, impacto das novas indústrias x indústrias existentes no município, mão de obra local x deslocamento de mão de obra temporária (Veiga, 2007). Para Moraes (2007), todos os fluxos de entradas e saídas das indústrias devem ser identificados:

- Entradas: matérias-primas, energia, água;
- Saídas dos diferentes processos produtivos que acontecem no parque: resíduos, efluentes;
- Levantamento de todas as emissões feitas para o meio ambiente e as interações positivas e negativas com o ecossistema, o meio físico, a vizinhança e a comunidade.

O objetivo do projeto urbano é planejar um uso mais racional para o terreno onde será implantado o PIE e também o de harmonizar-se com o meio ambiente. O projeto urbano contém elementos paisagísticos e outros com fins recreacionais como: jardins, praças, piscinas, áreas de lazer e quadras de esporte. Além destes, outros elementos que devem ser considerados são: o ecossistema local, a orientação do terreno, o microclima e a vegetação (Veiga, 2007). O projeto de infraestrutura de um PIE refere-se aos serviços necessários à operação do PIE, tais como: infraestrutura viária e serviços de transporte para produtos, insumos, resíduos, pessoas (interno e externo), infraestrutura para produção e fornecimento de energia (fotovoltaica, solar, eólica, linhas de distribuição, dutos de gás), armazenamento, tratamento e distribuição de água e efluentes. O projeto dos elementos de infraestrutura de um PIE deve ser feito de acordo com as características do local onde será implementado (Veiga, 2007). É importante salientar algumas sugges-

tões para o projeto de infraestrutura como flexibilidade para que novas tipologias integrem o PIE, adequação às características do local e do empreendimento, atendimento à demanda existente e facilidade de manutenção e operação (Veiga, 2007).

#### *Implantação*

De acordo com Veiga (2007), a etapa de implantação de um PIE prevê a construção das indústrias e das partes comuns aos integrantes do PIE. Os projetos de arquitetura e a construção das instalações industriais e demais instalações do PIE são peculiares à cada tipologia, sendo desenvolvidos com base nas especificidades do local onde o PIE será construído e com base nas características e demandas específicas de cada uma das instalações industriais. Cada uma dessas atividades deve ser elaborada sempre com a idéia da sustentabilidade e através dos principais conceitos da Ecologia Industrial. Na etapa de planejamento, ocorre a identificação de fatores locacionais e a identificação do *mix* de indústrias, que definirão as características do PIE e as etapas seguintes. Na etapa de projeto, são feitos todos os projetos relativos ao funcionamento e à localização de cada parte do PIE, como, por exemplo, áreas urbanas, infraestrutura de transportes, de energia, água, partes e serviços comuns às indústrias do PIE.

Veiga (2007) sugere como instalações e serviços comuns em um PIE: Central de gestão de informações (CGI); Estação de tratamento de efluentes (ETE); Gestão de resíduos: central de armazenamento e distribuição de resíduos; Central de armazenamento e distribuição de materiais comuns às indústrias; Central de reciclagem e artesanato; Central de reciclagem de óleo e lubrificantes; Central de reciclagem de solventes; Auditório e salas de reunião com fins educacionais, treinamento de pessoal, reuniões, conferências; Lanchonetes, restaurantes; Centro de saúde; Áreas destinadas à prática de esportes e lazer; Biblioteca; Creche para os filhos dos funcionários; Centro de emergência; e Centro administrativo voltado a atender as indústrias.

A etapa de implantação prevê o uso de técnicas mais sustentáveis para melhor aproveitamento de energia e materiais, seguindo os princípios da Ecologia Industrial, pois também deve possuir elementos desta na sua etapa de implantação para ser considerado como um PIE (Veiga, 2007).

#### *Operação e gerenciamento*

Ao final da etapa de construção, quando as instalações estiverem prontas, tem início a etapa de ocupação das indústrias e das instalações de uso comum do PIE. Nesse momento, os gestores do PIE são responsáveis por desenvolver estratégias e mecanismos que possam integrar os atores envolvidos (indústrias, trabalhadores e gestores) de forma a operacionalizar as parcerias e sinergias entre eles (Veiga, 2007).

A gestão de um PIE envolve dois elementos: a gestão das partes e dos interesses comuns a todas as indústrias e a gestão das partes e dos interesses individuais a cada uma delas separadamente (Lowe, 2005 *in* Veiga, 2007). A equipe responsável por gerir o PIE pode fazê-lo com o auxílio de uma associação de indústrias em que membros de cada uma das indústrias representariam e participariam do processo decisório e administrativo.

Com o objetivo de viabilizar a gestão das partes e dos serviços de interesse comum, os gestores são responsáveis por desenvolver e fazer cumprir regulamentos internos para, assim, evitar futuros conflitos entre as indústrias e entre estas e os gestores. A definição de um regulamento para o PIE tem por objetivo definir regras de conduta e estabelecer os procedimentos necessários a um melhor desempenho ambiental, econômico e social do PIE como um todo e das indústrias parceiras individualmente. Esse regulamento estabelece limites de conduta das indústrias e demais membros e pode até mesmo definir e/ou limitar as tipologias industriais que podem integrar o PIE. A definição de como e quais medidas devem ser adotadas depende das características e dos elementos próprios a cada PIE e dos atores envolvidos no processo (Veiga, 2007).

Veiga (2007) sugere que o regulamento do PIE seja elaborado em uma parceria entre os gestores, as indústrias e instituições públicas e privadas. Alguns aspectos que devem ser incluídos nesse regulamento são:

- Incentivo a práticas ambientais comuns - proteção dos recursos naturais, redução dos impactos ao meio ambiente (emissões atmosféricas, lançamento de efluentes, uso de substâncias tóxicas, uso de tecnologias convencionais, uso de materiais não sustentáveis, etc.);
- Definição de regras e procedimentos para o uso de infraestrutura, serviços e demais partes de uso comum;
- Definição de regras e procedimentos para o controle de qualidade;

- Previsão de mediações no caso de disputas e desentendimentos;
- Definição de metas de desempenho ambiental;
- Definição de regras de conduta geral e de funcionamento do PIE, principalmente das partes de uso comum;
- Adoção de um sistema de gestão ambiental;
- Proteção dos direitos individuais e coletivos;
- Incentivo a programas de participação e integração de pessoal;
- Incentivo à promoção de cursos, seminários e programas de treinamento e capacitação de pessoal;
- Incentivo à colaboração e ao desenvolvimento de ações em pró da comunidade local.

#### *Barreiras e resistências*

Como em todos os tipos de projetos e empreendimentos, há sempre barreiras e resistências encontradas para que haja sequência em seu projeto e sua execução. No caso dos PIEs, não é diferente. Segundo Fragomeni (2005), é imprescindível o reconhecimento, por parte das indústrias participantes, de que os Parques Industriais Ecológicos consistem em um instrumento capaz de proporcionar oportunidades de negócios ambientais, econômicos e sociais. É certamente a chave para garantir seu sucesso, sua solidez e sua longevidade. Também é importante no sentido de as empresas serem menos restritivas quanto à disponibilização de informações necessárias para elaboração de projetos conjuntos que a liderança da coordenação da operacionalização dos PIEs seja mantida sob entidades de representação empresarial. O reflexo das particularidades culturais e políticas brasileiras, tendo em vista que usualmente não se dá continuidade ao desenvolvimento de programas e projetos do mandato de uma gestão para outro, faz com que esta liderança não seja mantida a cargo do governo. Entende-se que o governo deve atuar constantemente na fase de planejamento dos parques industriais, em função da sua capacidade de fomentar e influenciar o recrutamento de indústrias, auxiliando a formação da configuração industrial mais desejada.

Certamente, as barreiras mais fortes à implantação de PIEs vem por parte das empresas, seguidas da falta de continuidade do governo nos programas e projetos. Veiga (2007) ressalta que o desenvolvimento de PIEs é um processo de longo prazo que pode resultar em indústrias mais competitivas, empregos sustentáveis,

comunidades sustentáveis e na conservação do meio ambiente. É necessário que haja uma convergência de interesses entre as indústrias, a comunidade, os centros de pesquisa, as instituições privadas e os órgãos governamentais, formando uma rede de gestão ambiental cooperativa em busca de um interesse comum: um desenvolvimento realmente sustentável. A utilização de recursos de forma mais sensata através do trabalho de forma integrada permite que os desafios que formam essas barreiras e resistências possam ser vencidos.

### **Informações sobre a Indústria do Rio Grande do Sul**

O Estado do Rio Grande do Sul possui um cenário para a implantação de Parques Industriais Ecológicos graças ao potencial econômico do estado e à diversidade de tipologias industriais. O estado do Rio Grande do Sul é o terceiro maior no Brasil em número de indústrias (FIERGS, 2008), possuindo 32.903 empresas. Dados de 2008 da FIERGS apontam diversas tipologias industriais, por exemplo, as citadas abaixo estão em maior porcentagem no parque industrial gaúcho: Alimentos e Bebidas, Fumo, Têxteis, Vestuário e Acessórios, Artefatos de Couro e Calçados, Máquinas e Equipamentos, Produtos de Madeira, Coque e Refino de Petróleo, Editorial e Gráfica, Reciclagem, Móveis, Material de Transporte, Química, Borracha e Plástico, Produtos de Metal e Minerais Não-metálicos.

Segundo dados apresentados pelo SEDAI-RS (s.d.), no período compreendido entre janeiro de 2007 e agosto de 2010, foram anunciados investimentos privados no Estado da ordem de R\$ 54,7 bilhões em 217 projetos, representando 69.531 empregos diretos. Os investimentos mais expressivos encontram-se nos setores metal-mecânico, automotivo e de indústria naval; energia; celulose, papel e papelão; e químico, petroquímico e borracha, que representam cerca de 90% do total. Ainda segundo dados do SEDAI-RS, alguns distritos industriais no Rio Grande do Sul são: Alvorada-Viamão, Bagé, Cachoeirinha, Gravataí, Guaíba, Montenegro-Triunfo, Rio Grande.

### **Proposta de Implementação de PIEs no Rio Grande do Sul**

Como resultado desta pesquisa, procurou-se elencar as diferentes fases no processo de

criação e/ou adaptação de um PIE. Essas fases são descritas em detalhes no Quadro 2.

As principais ações tomadas durante a instalação de um PIE em uma determinada região podem ser observados no Quadro 2. O detalhamento de cada um dos fatores da fase de planejamento é fundamental para que ocorram os fluxos de matéria e energia dentro do PIE, a serem monitorados no gerenciamento. Há, porém, duas maneiras distintas para se instalar um PIE:

- Em uma área onde não há atividade industrial e deseja-se implantar um distrito industrial com as características de um PIE, onde deve haver um estudo das possíveis sinergias e outras informações a serem mais detalhadas posteriormente, é uma tarefa menos complexa, pois se pode planejar o PIE desde o início.
- Em um distrito industrial já existente onde se deseja adaptá-lo às características de um PIE.

O planejamento de um PIE requer inicialmente o interesse de um grupo de indústrias em compartilhar informações e fazer uma gestão ambiental cooperativa em benefício próprio e de toda a sociedade pelo desenvolvimento sustentável. Além disso, é indiscutível a localização adequada numa área onde as atividades poderão ser praticadas sem causar impactos ao meio ambiente e onde não haja prejuízos econômicos.

O interesse das lideranças das empresas no compartilhamento de soluções de cunho socioambiental é a primeira questão a ser levantada no planejamento de um PIE; caso contrário, durante a operação do parque industrial, se não houver esse interesse, os conceitos de um PIE não serão aplicados e será simplesmente um distrito industrial funcionando em um ciclo aberto como muitos outros. A missão de um PIE é promover as transformações necessárias para fazer com que o distrito industrial seja um sistema produtivo compatível com o funcionamento dos ecossistemas. Com esses objetivos é que deve ser feito o planejamento de toda a estrutura do PIE.

O planejamento de PIEs geralmente acontece por iniciativa das empresas interessadas. O governo pode fazer o papel de facilitador ou indutor do projeto através de leis que incentivem a criação ou a adaptação de PIEs. O Estado do Rio de Janeiro é um exemplo desses incentivos devido à publicação de Decretos

que dispõem sobre o incentivo à construção de ecopolos e à reciclagem no Rio de Janeiro. A cooperação e o compartilhamento de interesses entre as indústrias, a comunidade, os centros de pesquisa, as instituições privadas e os órgãos governamentais formando uma rede de gestão ambiental dão o suporte para o desenvolvimento de um PIE. Assim, é possível realizar o planejamento e o projeto do PIE. O SGA (Sistema de Gestão Ambiental) de cada empresa poderá fornecer os seus indicadores ambientais para que possam ser comparados. Após o planejamento e quando o projeto do PIE estiver pronto, com as indústrias instaladas no local, inicia-se a fase de implantação nas seguintes etapas:

- Planejamento estratégico;
- Linhas de ação prioritárias: Atendimento ao licenciamento ambiental; Instalações e serviços comuns; Gestão integrada dos resíduos e efluentes; Programa ambiental no entorno; Plano de comunicação.

A adaptação de um distrito industrial existente para um PIE requer mais atenção do que a instalação em uma área onde não existe atividade industrial. Inicialmente, as empresas interessadas em se instalar na região devem avaliar as possíveis sinergias como: tratamento de efluentes e resíduos em conjunto, verticalização da cadeia produtiva para minimizar movimentação de matérias primas e insumos, indicadores ambientais e/ou de ecoeficiência (geração de resíduos sólidos, qualidade dos efluentes líquidos, quantidade de emissões atmosféricas, qualidade da área subterrânea) e levantamento de aspectos e impactos das atividades industriais. Deve ser feita uma análise dos possíveis cenários do PIE, da infraestrutura necessária e do financiamento do projeto. Cada caso deve ser avaliado de acordo com a região e a situação das empresas, do meio ambiente e da comunidade local.

O interesse das lideranças das empresas no compartilhamento de soluções e a visão de longo prazo são muito importantes para que ocorra a gestão ambiental cooperativa em um PIE. Os PIEs representam um avanço tecnológico e vantagens no âmbito econômico, ambiental e social:

No âmbito econômico: as empresas apresentam problemas quanto à destinação de seus resíduos. A legislação atual, fiscalizações dos órgãos ambientais e auditorias de certificação ambiental exigem um destino adequado para

**Quadro 2.** Fases do desenvolvimento de PIEs.**Chart 2.** Development stages of EIPs.

<b>Fase de planejamento e incentivo</b>	<b>Diagnóstico da área selecionada</b>
	Disponibilidade de energia, disponibilidade de água, disponibilidade da área necessária ao empreendimento, infraestrutura viária, serviços de transporte, existência de unidades de conservação, disponibilidade de mão de obra, restrições legais e ambientais ao empreendimento, incentivos fiscais à instalação do empreendimento, qualidade do ar, qualidade da água, grau de urbanização local e interferências com outras atividades econômicas.
	<b>Diagnóstico da situação (dinâmica dos fluxos produtivos e ecológicos)</b>
	Tipo do Resíduo, origem, estado físico, quantidade mensal, classe do resíduo conforme NBR 10004, transportador, receptor, frequência de retirada, forma de acondicionamento, forma de armazenamento, tipo de destinação, tipo de tratamento, custo ou receita pela destinação.
	<b>Articulação dos envolvidos no desenvolvimento do PIE</b>
<b>Fase de implantação</b>	<b>Planejamento estratégico</b>
	<b>Linhas de ação prioritárias</b>
	Atendimento ao licenciamento ambiental, instalações e serviços comuns, instalações e equipamentos para a gestão integrada dos resíduos e efluentes, elaboração de programa ambiental no entorno, elaboração de um plano de comunicação.
<b>Fase de Gerenciamento</b>	<b>Avaliação (indicadores de desempenho)</b>
	Geração de Resíduos sólidos, geração de efluentes, geração de emissões atmosféricas, monitoramento das águas subterrâneas da área do PIE e nas proximidades, monitoramento da qualidade do ar na área do PIE e nas proximidades, análise do solo da região, consumo de matérias-primas e insumos, prevenção e minimização da poluição.
	<b>Gerenciamento de resíduos sólidos, efluentes e emissões atmosféricas</b>
	<b>Compartilhamento de serviços comuns</b>

os resíduos sólidos e, em muitas ocasiões, não se encontra uma solução para determinados tipos de resíduos, ou então esta solução apresenta problemas de ordem econômica, logística e inclusive ambiental. Em muitos casos, a reciclagem, o coprocessamento e outras alternativas possuem um custo muito elevado. O transporte de alguns resíduos perigosos pode, inclusive, tornar-se complexo e acarretar riscos ao ambiente. Com isso pode ocasionar desvantagens para a empresa. O gerenciamento de resíduos em um PIE, além de ser localizado numa mesma região, também conhece a sinergia dos resíduos possível de ser feita entre empresas, evitando a necessidade de envio para outras localidades ou de custos para

destinação final. Isso representa uma redução de despesas que, até então, eram consideradas necessárias.

A sinergia de resíduos entre empresas também representa redução nas despesas em outros aspectos como redução do consumo de matéria-prima e insumos. Uma vez que se utiliza um resíduo de outra empresa em seu processo, não haverá um custo maior para adquirir 100% da matéria-prima e de insumos. Os custos com tratamento de efluentes também ficam reduzidos com uma central de tratamento localizada dentro do PIE, onde são tratados todos os efluentes, evitando assim a necessidade de construção de uma estação de tratamento muito avançada

da dentro de cada indústria. Seria necessária apenas uma estação mais simples para o tratamento preliminar.

No âmbito ambiental: a destinação de resíduos dentro do próprio parque industrial representa uma redução de passivos ambientais e de riscos ocasionados pelo armazenamento, pelo transporte e pela sua destinação em empresas de reciclagem e coprocessamento distantes do local de geração. O principal conceito de um PIE é o de manter um ciclo fechado ou semifechado de materiais e energia, dentro das reais possibilidades, através da identificação de resíduos de um processo produtivo como insumo para outro processo. Dessa forma, um PIE pode ser um potencial redutor de impactos ambientais como a poluição atmosférica e a contaminação do solo e dos corpos hídricos. O relacionamento com os órgãos ambientais consequentemente melhora. Ocorre também a otimização do uso de água, energia e outros insumos nos processos industriais e a ampliação das áreas verdes da região. Dessa forma, observa-se que a preservação ambiental ocorrerá de maneira planejada e será monitorada em um PIE.

No âmbito social: a melhoria na qualidade de vida da população através do desenvolvimento econômico, do desenvolvimento urbano, da melhora nas condições de saúde pública e de outros aspectos é considerada como prioritária para o desenvolvimento social local. A implantação de um PIE em uma determinada região, assim como acontece quando se cria um distrito industrial, impulsiona o desenvolvimento da região com o aumento da arrecadação de impostos, a geração de empregos, a qualificação da mão de obra, a diversificação de negócios (geração de novos tipos de comércio e serviços em função do parque industrial), melhorias na urbanização e melhora na saúde e na qualidade de vida dos empregados e da comunidade.

A interação da sociedade com o PIE também é importante. O PIE traz uma melhor aceitação e integração com a comunidade, visto que deverá gerar menos impactos ao ambiente e à comunidade do que os distritos industriais habituais. A opinião da comunidade no entorno do PIE deve sempre ser considerada para o melhor funcionamento possível do sistema.

Esse avanço é possível através do compartilhamento de informações no gerenciamento do PIE e da cooperação das indústrias entre si e com a comunidade. O monitoramento do desempenho ambiental de cada indústria

nem sempre é semelhante; cada indústria possui seus próprios parâmetros definidos pela sua licença de operação. Fatores como esse representam uma barreira ao gerenciamento integrado do PIE. A operação e a gestão do PIE envolvem uma série de questões como: a autonomia de cada indústria; acordos quanto às trocas de resíduos e serviços; relação com a comunidade; monitoramento ambiental do parque: monitoramento da qualidade do ar da área no entorno do PIE, monitoramento das águas subterrâneas da área do PIE e nas proximidades, análise do solo da região, monitoramento da fauna e flora; programas de proteção ambiental; programas de conscientização ambiental da comunidade.

O gerenciamento pode ocorrer através de uma mediação feita por um grupo técnico composto dos gerentes de meio ambiente de cada uma das indústrias integrantes do PIE. O grupo técnico terá como funções: delimitar as atividades e os serviços comuns, elaborar e fazer cumprir o regulamento do PIE, realizar a avaliação das sinergias de matéria e energia e dos indicadores ambientais do PIE.

O gerenciamento também pode ser feito através da mediação realizada por uma empresa de consultoria para fazer a prestação de serviços comuns às indústrias integrantes do PIE devido a sua neutralidade. O SGA de cada indústria compartilha informações que sejam de interesse do PIE com essa consultoria, pois não há viabilidade para que todo o sistema de gestão ambiental seja orientado. Essa empresa de consultoria faz o trabalho de: mapeamento das possíveis sinergias; gerenciamento de resíduos; monitoramento de efluentes; monitoramento de emissões atmosféricas; compartilhamento de serviços comuns.

Apesar dos exemplos bem-sucedidos na Europa e em outros países, no Brasil, ainda existem resistências quanto à implantação do conceito dos PIEs nos parques industriais. Conforme observado ao longo desta pesquisa, o principal desafio para implantação de PIEs é a resistência por parte das indústrias devido a objetivos estratégicos diferentes entre empresas, o sigilo tecnológico e mercadológico e a falta de sinergia nas cadeias produtivas das empresas participantes. Essa visão faz com que muitas oportunidades sejam perdidas. No Brasil, não há uma cultura do compartilhamento de soluções, e as empresas procuram soluções individualmente ou dentro do grupo corporativo. Porém, é possível motivar as empresas a romper essas barreiras e aceitar uma nova

concepção de distrito industrial. Coutinho (s.d.) cita os principais benefícios e exemplifica as medidas a serem tomadas para se instalar um PIE em uma região, baseado na experiência com o Rio Ecopolo. As respostas dadas pelos profissionais consultados no questionário aplicado como metodologia deste trabalho também mostram que é possível haver muitos benefícios com a instalação de um PIE. Pode-se, então, citar como elementos de motivação para implantação de PIEs: redução do consumo de matérias-primas e insumos; redução de custos com tratamentos de efluentes; redução de custos com tratamento e disposição final de resíduos em unidades externas; aumento do grau de confiabilidade do sistema; redução dos impactos ambientais; incentivos fiscais e uma legislação incentivadora (com o apoio do governo, é possível facilitar a implantação de PIEs); e promoção do desenvolvimento sustentável, o qual é amplamente discutido atualmente. Projetos sustentáveis melhoram a imagem das empresas e orientam o futuro da região com o apoio às comunidades locais, bem como fortalecem os distritos industriais e aperfeiçoam a gestão ambiental empresarial.

Como benefícios, podem-se destacar: crescimento econômico; desenvolvimento de novas tecnologias; geração de empregos; minimização de impactos decorrentes das atuais atividades industriais; melhoria da qualidade de vida da população gaúcha; melhoria da imagem das empresas envolvidas e do setor público perante a população; melhoria da imagem das empresas envolvidas e do setor público perante entidades internacionais, gerando novas oportunidades e investimentos no Rio Grande do Sul; crescimento das atividades industriais de forma ordenada; estímulo para novas empresas se instalem no Rio Grande do Sul e aumento de arrecadação de impostos.

Um dos motivos pelos quais não é visto como retorno financeiro é o fato de ser um investimento com retorno a longo prazo, a necessidade de uma equipe que faça uma avaliação precisa para que as sinergias possam ocorrer de maneira desejável e que de fato traga retornos às empresas. Os elementos acima citados são estimulantes, mas a visão da alta administração das empresas deve ser voltada para uma consciência global, mais abrangente e integradora, devem ter a noção de que fazem parte de um mecanismo, e que cada empresa faz sua parte para melhorar o desenvolvimento tanto econômico, quanto social e de que, se não houver proteção ambiental, os outros dois não se mantêm.

A parceria do governo com indústrias e entidades de representação industrial pode e deve acontecer, dando o suporte necessário nas questões técnicas e econômicas e estimulando, através de legislações e incentivos fiscais, a implantação e o gerenciamento de PIEs.

As tendências que aparecem cada vez mais no cenário atual são estímulos para que, contrapondo-se às barreiras e resistências que existem com relação aos PIEs, as indústrias e o governo desenvolvam mais projetos no setor industrial com elementos da Ecologia Industrial para buscar um desenvolvimento mais sustentável e beneficiar a todos.

O objetivo da pesquisa foi levantar o maior número de dados possível para compilar elementos de motivação para a implantação de PIEs no Rio Grande do Sul, mas, perante a falta de dados específicos do estado, não foi possível elaborar a pesquisa com dados mais objetivos. É importante salientar também que este tipo de levantamento de dados exige o trabalho de uma equipe técnica qualificada e um tempo muito maior para compilar fatores técnicos, econômicos e ambientais do Estado do Rio Grande do Sul. Como resultados desta pesquisa, obtiveram-se informações a respeito dos elementos necessários para a implantação de PIEs e de motivação para seu desenvolvimento.

## Considerações finais

Os Parques Industriais Ecológicos são, em síntese, ecossistemas industriais onde o sistema produtivo evita perdas de energia e material e estabelece uma sinergia de produtos e serviços entre as indústrias integrantes. Com isso, garantem a proteção ao meio ambiente através da minimização de impactos gerados pela destinação de resíduos e de emissões. Garantem também o desenvolvimento econômico através da redução de custos da empresa com alternativas para problemas ambientais e de aquisição de matéria-prima e serviços. Também impulsionam o desenvolvimento social da região através da integração da comunidade e da promoção de melhorias ao ambiente e à população. Sobre esses três pilares se sustentam os Parques Industriais Ecológicos, como uma ferramenta da Ecologia Industrial para promover o desenvolvimento sustentável e sugerir uma nova forma de pensar no desenvolvimento industrial. A Simbiose Industrial, semelhantemente aos Parques Industriais Ecológicos, baseia-se na sinergia de resíduos,

insumos e energia. No entanto, ela pode não se realizar em uma área localizada, mas entre indústrias distantes entre si. Não envolve também a troca de serviços e compartilhamento de informações técnicas. Baseia-se na troca de informações em nível geográfico, organizacional e sobre processos das indústrias para gerar menos impactos e reduzir custos. Com esses dois instrumentos da Ecologia Industrial, a sociedade industrial reaprende a pensar em como gerenciar seus recursos e a analisar melhor seus sistemas produtivos de uma maneira diferente da habitual.

O desenvolvimento de PIEs requer diferentes fases. Cada uma delas possui alguns elementos específicos, como a fase de Planejamento e Incentivo, onde são levantadas as características, as possibilidades de sinergias e de instalação do PIE e onde um grupo de empresas mostra interesse em compartilhar soluções socioambientais e, com isso, também obter ganhos econômicos. Na fase de Implantação, haverá a etapa de construção do PIE e a instalação das unidades de serviços comuns. Na fase de Gerenciamento, ocorre a operação do PIE, onde é feita a permuta de matéria e energia e onde as indústrias deverão agir de forma integrada, buscando melhorias e soluções em seus processos produtivos.

Existem também barreiras ao desenvolvimento de PIEs. No Brasil, não há uma cultura de compartilhamento de soluções, e as empresas procuram soluções individualmente ou dentro do grupo corporativo. Porém, é possível motivar as empresas a romper essas barreiras e aceitar uma nova concepção de distrito industrial.

A implantação de PIEs no Estado do Rio Grande do Sul poderá trazer diversos benefícios econômicos, sociais e ambientais conforme apresentado neste trabalho e impulsionar o desenvolvimento sustentável no estado. Destacam-se, principalmente, o desenvolvimento industrial de maneira ordenada, a redução de impactos ambientais, o aumento no número de investimentos e a melhoria no desempenho das atividades industriais. O Rio Grande do Sul possui tipologias industriais diversificadas e crescentes investimentos no setor industrial. O Estado somente se beneficiaria com um desenvolvimento industrial ocorrendo de maneira sustentável e proporcionando diversas oportunidades de geração de emprego e renda.

O estudo buscou mostrar que é possível desenvolver PIEs, romper barreiras e obter

vantagens econômicas, sociais e ambientais. Para isso, o principal é que haja integração entre indústrias, a comunidade, os centros de pesquisa, as instituições privadas e os órgãos governamentais formando uma rede de gestão ambiental cooperativa.

## Referências

- BARBIERI, J.C. 2007. *Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos*. São Paulo, Saraiva, 382 p.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M.T.L. DE; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. 2005. *Introdução à Engenharia Ambiental*. Prentice Hall, 336 p.
- COSTA, M.M. da. 2002. *Princípios de ecologia industrial aplicados à sustentabilidade ambiental e aos sistemas de produção de aço*. Rio de Janeiro, RJ. Tese de Doutorado. UFRJ, 257 p.
- COUTINHO, P. [s.d.]. Ecopolo. Disponível em: <http://www.latec.uff.br/eventos/conferencias/PauloCoutinho.PDF>. Acesso em: 26/06/2010.
- FRAGOMENI, A.L.M. 2005. *"Parques industriais ecológicos" como instrumento de planejamento e gestão ambiental cooperativa*. Rio de Janeiro, RJ. Dissertação de Mestrado. UFRJ, 110 p.
- MORAES, L.K. 2007. *Implantação de parques eco-industriais (EIPS) como indutor do desenvolvimento sustentável: análise do potencial da região metropolitana de Curitiba*. Curitiba, PR. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 149 p.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (FIERGS). 2008. *Panorama Econômico do Rio Grande do Sul*. Unidade de Estudos Econômicos. Porto Alegre, Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul, 99 p.
- PEREIRA, A.S.L.; FONTES, J.C.; RUTKOWSKI, E.W. 2007. *Ecologia Industrial, Produção e Ambiente: uma discussão sobre as abordagens de interconectividade produtiva*. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 1, São Paulo, 2007. *Anais...* São Paulo, p. 1-7. Disponível em: [http://www.e-science.unicamp.br/fluxus/admin/publicacoes/documentos/publicacao\\_584\\_Ecologia%20Industrial-R3.pdf](http://www.e-science.unicamp.br/fluxus/admin/publicacoes/documentos/publicacao_584_Ecologia%20Industrial-R3.pdf). Acesso em: 01/02/2010.
- SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO E DOS ASSUNTOS INTERNACIONAIS DO RIO GRANDE DO SUL (SEDAI-RS). [s.d.]. Disponível em: <http://www.sedai.rs.gov.br>. Acesso em: 01/12/2010.
- VEIGA, L.B.E. 2007. *Diretrizes para Implantação de um Parque Industrial Ecológico: Uma proposta para o PIE de Paracambi, RJ*. Rio de Janeiro, RJ. Tese de Doutorado. UFRJ, 275 p.

Submetido: 05/11/2012

Aceito: 22/08/2012