

DIRETRIZES PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM PARQUE INDUSTRIAL
ECOLÓGICO: UMA PROPOSTA PARA O PIE DE PARACAMBI, RJ

Lilian Bechara Elabras Veiga

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Aprovada por:

Prof^a.Alessandra Magrini, D. Sc.

Prof. Alexandre Salem Szklo, D. Sc.

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D. Sc.

Prof. Antonio da Hora, D.Sc.

Prof. Sergio Pinto Amaral, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

JUNHO DE 2007

VEIGA, LILIAN BECHARA ELABRAS

Diretrizes para a Implantação de um Parque
Industrial Ecológico: uma proposta para o
PIE de Paracambi, RJ [Rio de Janeiro] 2007

XV, 275 p., 29, 7 cm (COPPE/UFRJ, D.Sc,
Planejamento Energético, 2007)

Tese – Universidade Federal do Rio de
Janeiro, COPPE/UFRJ

1. Parques Industriais Ecológicos
2. Gestão Ambiental Cooperativa
3. Ecologia Industrial

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

A minhas filhas Marianne e Maríllia, razões da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Professora Alessandra Magrini, não só pela valiosa orientação recebida, mas principalmente por sua amizade, oportunidades e apoio em todas as etapas deste trabalho, sem as quais não se teria realizado e nem atingido o nível alcançado.

Agradeço a todos os demais professores do Programa de Planejamento Energético com os quais pude obter conhecimento, em particular, ao Prof. Alexandre Szklo com quem tive a oportunidade de trabalhar, pelo apoio e conhecimento.

Agradeço aos colegas do Programa de Planejamento Energético (PPE), do Laboratório Interdisciplinar de Conflitos Ambientais (LINCA) pelos trabalhos e estudos que desenvolvemos e pelas horas agradáveis.

Agradeço aos funcionários do PPE pela qualidade dos serviços prestados.

Agradeço a CAPES, pela bolsa concedida.

E por último, e o mais importante, a minha família pela paciência e ajuda, especialmente a minha mãe Salma Bechara Elabras, por ter durante estes cinco anos, cuidado de minhas filhas durante todos momentos em que me ausentei, dedicando-me aos estudos. Sem ela, este trabalho seria quase impossível.

Agradeço a meu marido Marcelo Veiga, por ter me pedido menos atenção do que merecia. Agradeço a Marianne e Marília por terem entendido todos os momentos que me ausentei.

Por último a meu pai José Elabras (*in memoriam*) de quem tudo recebi e que sempre me encorajou na vida acadêmica.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D. Sc)

DIRETRIZES PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM PARQUE INDUSTRIAL
ECOLÓGICO: UMA PROPOSTA PARA O PIE DE PARACAMBI, RJ.

Lilian Bechara Elabras Veiga

Junho/2007

Orientador: Alessandra Magrini

Programa: Planejamento Energético

Este estudo tem por objetivo central propor uma metodologia para a implantação de Parques Industriais Ecológicos (PIE), com elementos suficientes para balizar sua aplicação por órgãos do setor público e/ou privado, consultores, instituições financeiras, universidades, profissionais da área de meio-ambiente, indústrias e de todos aqueles que buscam contribuir para o desenvolvimento sustentável e para a equidade social. Este estudo apresenta uma visão de como este conceito está sendo implementado em vários países desenvolvidos e em desenvolvimento, inclusive no Brasil, no Estado do Rio de Janeiro. A partir de alguns de estudos e projetos de PIEs desenvolvidos em outros países, desenvolveu-se uma metodologia para implantação de PIEs, aplicando-se esta metodologia, a título de exemplificação, ao PIE demarcado no município de Paracambi, Estado do Rio de Janeiro. Com base no que foi apresentado ao longo deste estudo, pode-se concluir que os PIEs possuem os elementos e o potencial necessários para introduzir as mudanças e melhorias na atual estrutura industrial do Estado do RJ, contribuindo através de uma gestão ambiental mais cooperativa para o desenvolvimento sustentável, em um futuro próximo.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D. Sc.)

GUIDELINES FOR ECO INDUSTRIAL PARK DEVELOPMENT:

A PROPOSITION FOR PARACAMBI EIP, RJ

Lilian Bechara Elabras Veiga

June/2007

Advisor: Alessandra Magrini

Department: Energy Planning

This thesis presents a methodology for eco industrial parks (EIP) development, aiming at supporting its application by the public sector, private sector, financial institutions, universities, professionals in the environmental field, industries and all the stakeholders' interested in contributing to a more sustainable development around the world. This thesis presents first, an overview on how this concept is being implemented in many developed and developing countries, including Brazil, in Rio de Janeiro state. Based on studies and projects developed worldwide, a methodology for EIP planning was developed and used in order to plan Paracambi EIP, located in Paracambi municipality, Rio de Janeiro state. This thesis concluded that EIP have the necessary elements and potential in order to make changes and to improve Rio de Janeiro State industrial sector structure, contributing to a more sustainable development in the near future.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
1.1. Apresentação e Justificativa do Tema	3
1.2. Metodologia	6
1.3. Limitações do Escopo do Trabalho	8
2. A Ecologia Industrial e suas Principais Ferramentas: SI e PIEs	10
2.1. Simbiose Industrial (SI)	15
2.2. Parques Industriais Ecológicos (PIEs)	18
2.2.1. Definição	18
2.2.2. Tipologias de PIEs	22
2.2.3. Benefícios e Desafios no Desenvolvimento de PIEs	27
2.3. Panorama de Desenvolvimento de PIE no Mundo	31
2.3.1. América do Norte	31
2.3.2. Europa	39
2.3.3. Ásia	45
2.3.4. América do Sul e Central	51
3. Panorama de Desenvolvimento de PIEs no Brasil	54
3.1. Caracterização da RMRJ	54
3.2. Gerenciamento de Resíduos Sólidos – Legislação	58
3.3. O Desenvolvimento de PIEs no Estado do Rio de Janeiro	66

3.3.1.	O PIE de Santa Cruz -----	71
3.3.2.	O PIE de Campos Elíseos -----	75
3.3.3.	O PIE de Fazenda Botafogo -----	78
3.4.	Análise SWOT -----	81
4.	Proposta Metodológica para a Implantação de um PIE -----	86
4.1.	Etapa de Planejamento -----	89
4.1.1.	Identificação dos Fatores de Localização do PIE -----	89
4.1.2.	Articulação dos Atores Envolvidos -----	94
4.1.3.	Seleção do Mix de Indústrias -----	97
4.1.4.	Definição das Fontes de Financiamento -----	102
4.2.	Etapa de Projeto -----	105
4.2.1.	Projeto Urbano -----	106
4.2.2.	Projeto de Infra-Estrutura -----	108
a.	Infra-Estrutura Viária e Serviços de Transporte -----	109
b.	Infra-Estrutura de Energia -----	110
c.	Infra-Estrutura de Água -----	113
4.2.3.	Elementos das Partes e Serviços Comuns -----	116
a.	Central de Gestão de Informações (CGI) -----	118
b.	Estação de Tratamento de Efluentes -----	

c. Gestão dos Resíduos: central de armazenamento e distribuição -----	
123	
d. Central de Reciclagem e Artesanato -----	125
e. Central de Reciclagem de Óleo Lubrificante -----	
126	
f. Central de Reciclagem de Solventes -----	128
4.3. Etapa de Construção e Operação -----	129
4.3.1. Elementos da Arquitetura e Construção Sustentáveis -----	129
4.3.2. Ocupação e Gestão do PIE -----	134
a. Convenção do PIE -----	136
b. Certificação Ambiental -----	139
c. Operacionalização da Troca de Resíduos -----	142
5. Estudo de Caso: o PIE de Paracambi -----	147
5.1. Caracterização do Município -----	147
5.1.1. Breve Histórico -----	147
5.1.2. Características Geográficas e Sócio-Econômicas -----	148
5.2. Implantação do PIE de Paracambi -----	154
5.2.1. Caracterização do Sítio Selecionado -----	155
5.2.2. Seleção do Mix de Indústrias -----	157
5.2.3. Desenvolvimento dos Cenários -----	160
a. Cenário 1 -----	160

b. Cenário 2 -----	165
c. Cenário3-----	170
d. Cenário 4 -----	179
5.3. Análise e Recomendações para Futuras para o PIE de Paracambi -----	182
6. Conclusão -----	187
6.1. Recomendações para a implantação de PIEs no Estado do RJ -----	187
6.2. Recomendações Gerais para a implantação de PIEs -----	194
6.3. Sugestões para Trabalhos Futuros -----	197
Referências Bibliográficas -----	199
Anexos -----	215
Anexo 1: Questionário – Inventário das Indústrias do Município de Paracambi -----	216
Anexo 2: Principais Iniciativas de PIEs na América do Norte, Europa, Ásia. -----	219
Anexo 3: Legislação do Estado do Rio de Janeiro -----	229
Anexo 4: FaST – Facility Synergy Tool -----	239
Anexo 5: Legislação do Município de Paracambi -----	262
Anexo 6: Classificação da Tipologia das Atividades Poluidoras por Potencial Poluidor, FEEMA -----	271

Lista de Figuras

Figura 1: Ótica tradicional x Ótica da ecologia industrial -----	
11	
Figura 2 – Níveis de abrangência da Ecologia Industrial -----	
14	
Figura 3: Modelo de SI em um ecossistema industrial -----	16
Figura 4: PI tradicional x PIE co-localizado x PIE virtual -----	23
Figura 5: Fluxograma das etapas de implementação de um PIE -----	88
Figura 6: Fatores de localização de um PIE -----	91
Figura 7: Considerações feitas por uma indústria ao analisar se deve ou não integrar um PIE. -----	93
Figura 8: Matriz para o financiamento para um PIE -----	104
Figura 9: Fluxograma da ETE -----	121
Figura 10: Reuso de Óleo e Lubrificante pelas Indústrias -----	
127	
Figura 11: Reuso de Solventes pelas Indústrias -----	128
Figura 12: Município de Paracambi e municípios limítrofes -----	
149	
Figura 13: Planta da Área Destinada ao PIE de Paracambi -----	162
Figura 14: Matriz Síntese dos Geradores e Potenciais Receptores de Resíduos do PIE Demarcado no município de Paracambi -----	178

Lista de Tabelas

Tabela 1: Características do PIE -----	20
Tabela 2: Benefícios Potenciais dos PIEs -----	28
Tabela 3: Desafios do planejamento dos PIEs para os diferentes atores -----	30
Tabela 4: Características Atuais dos PIEs nos EUA -----	33
Tabela 5: Características de Simbiose Industrial de Kalundborg -----	40
Tabela 6: Kalundborg. - Economia dos Recursos Naturais e Contábeis -----	41
Tabela 7: Estabelecimentos industriais por classe -----	55
Tabela 8: Características Iniciais do Programa Rio-Ecopólo -----	69
Tabela 9 – Aspectos Ambientais Relativos ao PIE de Santa Cruz -----	72
Tabela 10: Caracterização das Indústrias do PIE de Campo Elíseos -----	76
Tabela 11: Elementos iniciais do planejamento de um PIE -----	87
Tabela 12: Participação dos Setores Público e Privado: vantagens e desvantagens ----	95
Tabela 13: Sugestões para as etapas de projeto urbano e de construção -----	133
Tabela 14: Áreas de integração entre as indústrias de um PIE -----	136
Tabela 15: Resumo Histórico Cronológico -----	148
Tabela 16: Caracterização do Condomínio Industrial I -----	156
Tabela 17: Checklist dos Fatores de Localização do PIE de Paracambi -----	161
Tabela 18: Insumos e resíduos das tipologias industriais para o cenário 2 -----	167
Tabela 19: Insumos e resíduos das tipologias industriais para o cenário 3 -----	172
Tabela 20: Resumo dos elementos sugeridos para o PIE Demarcado no município de Paracambi -----	183

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE - Associação das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

AEDIN – Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz

AEI – Áreas Especiais Industriais

APELL – Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level

ASDIN - Associação das Empresas do Distrito Industrial de Fazenda Botafogo

BCSD – GM – Business Council of Sustainable Development – Gulf of Mexico.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

BPX – By- Product Exchange

CCPR – Central de Co-Processamento de Resíduos.

CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgotos

CEG - Companhia Estadual de Gás

CETEP - Centro de Ensino Profissionalizante

CETEUP – Centro Tecnológico Universitário de Paracambi

CGI – Centro de Estão de Informações

CIDE – Centro de Informações e Dados do Estado do Rio de Janeiro.

CODIN – Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente.

DAMA - Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Colombia

DIET – Designing Industrial Ecosystem Tool

EIP – Eco Industrial Park

EI – Ecologia Industrial

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EMS – Environmental Management System.

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes

EUA – Estados Unidos da América

FAETEC – Fundação de Apoio as Escolas Técnicas

FaST – Facility Synergy Tool

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente.

FIRJAN – Federação das Indústrias do Rio de Janeiro

FUNDES – Fundo de Desenvolvimento Econômico e Social

GTZ – German Technical Cooperation Agency

ICAST - Institute for Communication and Analysis of Science and Technology

ICT – Information Communication System

IE – Industrial Ecology

IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano

ISSQN – Imposto de Serviços de Qualquer Natureza.

IS – Industrial Symbiosis

IST - Instituto Superior Tecnológico

MARPOL – Convenção Internacional para a prevenção da Poluição de Navios

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MRF – Material Recovery Facility

OECD – Organization for Economic Cooperation and Development

PALME – Programme d’Actions de Labelise la Maitrise de L’environnement

PAM – Plano de Auxílio Mútuo

PCH - Pequena Central Hidrelétrica

PCSD – President Council of Sustainable Development

PIE – Parque Industrial Ecológico

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

REaLITY – Regulatory Economic Tool

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental.

RJ – Rio de Janeiro

RMRJ – Região Metropolitana do Rio de Janeiro

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

SI – Simbiose Industrial

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

SWOT – Strengths, Weakness, Opportunities e Threats

TCE – Tribunal de Contas do Estado

WBCSD – World Business Council of Sustainable Development

UNEP – United Nations Environment Program

US-EPA – United States Environmental Protection Agency

ZEI – Zona de Uso Estritamente Industrial

ZERI – Iniciativa de Pesquisa em Emissões Zero

ZUD – Zona de Uso Diversificado

ZUPI - Zona de Uso Predominantemente Industrial

1. Introdução

Este trabalho tem por objetivo central propor uma metodologia para a implantação de Parques Industriais Ecológicos (PIE – em inglês *Eco Industrial Park*) no Brasil, com elementos suficientes para balizar sua aplicação por órgãos do setor público e/ou privado, consultores, instituições financeiras, universidades, profissionais da área de meio-ambiente, indústrias e de todos aqueles que buscam contribuir para o desenvolvimento sustentável e para a equidade social, podendo também ser utilizada para subsidiar nas esferas federal, estadual ou municipal a elaboração de uma legislação específica sobre o tema.

Os **Parques Industriais Ecológicos** (PIE), uma das ferramentas da Ecologia Industrial (EI), são ecossistemas industriais, onde as indústrias, através da gestão ambiental cooperativa, buscam atingir o desenvolvimento sustentável ao integrar seus três pilares ambiental, econômico e social, atribuindo-lhes o mesmo grau de importância. Para proposição da referida metodologia tomou-se por base o estado da arte internacional sobre o tema, além de vários projetos e estudos de caso de iniciativas, apresentados na literatura internacional, de PIEs em desenvolvimento e em plena operação na América do Norte, Europa, Ásia, América do Sul e Central.

A proposta metodológica apresentada para a implantação de PIEs será parcialmente aplicada para sua validação e aprimoramento no caso real do PIE demarcado no município de Paracambi, Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (RMRJ).

A primeira parte do trabalho (capítulo 2) apresenta o conceito de Ecologia Industrial (EI), especificando a evolução do conceito, seus princípios, benefícios e principais ferramentas. Entre estas pode-se destacar a Simbiose Industrial (SI) e os Parques Industriais Ecológicos (PIEs), instrumento de planejamento e gestão ambiental cooperativa, tema central deste estudo. A definição, as características, os benefícios e os desafios advindos do desenvolvimento de PIEs, as tipologias de PIEs na visão de diversos autores e pesquisadores de outros países são apresentados ainda neste capítulo. Fazendo-se uma analogia entre a EI, a SI e os PIEs, pode-se dizer que a EI representa um campo de estudo e pesquisa e a SI e os PIEs representam duas ferramentas da EI que adotam e buscam inserir nos sistemas industriais os princípios da EI (Côté & Hall,

1995). Ainda neste capítulo apresenta-se uma visão de como os PIEs estão sendo desenvolvidos na América do Norte, Europa, Ásia, América do Sul e Central.

Em sua segunda parte, no capítulo 3, o estudo apresenta o panorama do desenvolvimento dos PIEs no Estado do Rio de Janeiro, implementados através do Decreto nº 31.339 de 2002, que instituiu o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial Sustentável – Rio Ecopólo. Para embasar a importância do desenvolvimento de PIEs no RJ, este capítulo apresenta a caracterização da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), região onde foram implementados os quatro PIEs do Estado - Santa Cruz, Campos Elíseos, Fazenda Botafogo e Paracambi - sob a ótica da ocupação industrial, do zoneamento industrial e da questão do gerenciamento dos resíduos industriais no Estado e aborda também o problema dos resíduos sólidos sob a ótica legal, apresentando-se as leis e regulamentos que dispõem sobre este tema em nível mundial, federal e estadual. Ao final do capítulo elabora-se uma análise SWOT (*strenghts, weakness, opportunities and threats*) onde se destacam alguns elementos importantes relativos ao desenvolvimento dos PIEs no Estado do RJ.

No capítulo 4, desenvolve-se a metodologia para a implantação de PIEs, apresentando-se as principais etapas deste processo: planejamento, projeto e construção /operação. Para cada uma das etapas, busca-se apresentar os elementos para a implantação de um PIE, sugeridos na literatura internacional, com o objetivo de consolidar e adequar a visão e o processo de planejamento desenvolvidos por diversos autores de outros países e elaborar uma diretriz para a implantação de PIEs que possa ser adotada no Estado do Rio de Janeiro.

O quinto capítulo aplica a proposta metodológica à implantação do PIE demarcado no município de Paracambi. A partir da caracterização do município, de dados e informações referentes ao sítio previsto e dos elementos para a implantação de um PIE apresentados no capítulo 4, desenvolve-se com o auxílio do software *Facility SynergyTool* (FaST), desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US-EPA) e de outras ferramentas, quatro cenários para implantação gradual deste PIE. Ao final do capítulo apresenta-se algumas recomendações para encaminhamento futuro.

No capítulo final, resgatam-se os elementos apresentados ao longo deste estudo. Analisam-se os aspectos gerais relativos ao desenvolvimento dos PIEs no Estado do Rio de Janeiro e, da mesma forma, apresentam-se sugestões em relação a questões que necessitam ser avaliadas e aperfeiçoadas e questionamentos quanto à continuidade desta iniciativa no Estado. Apresentam-se também recomendações gerais e tendências futuras relativas ao desenvolvimento dos PIEs no Brasil e em outros países. As recomendações apresentadas direcionam-se a ações a serem implementadas pela gestão pública em parceria com a gestão privada, centros de pesquisa, universidades e comunidade.

1.1. Apresentação e Justificativa do Tema

Existem na literatura diversas definições para os PIEs. O Conselho de Desenvolvimento Sustentável dos Estados Unidos da América (*President Council of Sustainable Development, 1996*) definiu os PIEs como uma comunidade de indústrias que ao cooperarem e desenvolverem parcerias umas com as outras e com a comunidade local, com o objetivo compartilhar de forma eficiente recursos e serviços (matéria prima, resíduos, água, energia, infra-estrutura, informações, transporte, treinamento, etc) obtêm ganhos econômicos, ambientais e sociais.

Uma das ferramentas da EI, o PIE espelha os sistemas naturais. Um simples organismo pode ser considerado sozinho ou interagindo em um ecossistema. Da mesma forma, as indústrias podem organizar-se como ocorre com os organismos nos ecossistemas ecológicos, interagindo, desenvolvendo parcerias e cooperando uma com as outras, como em uma comunidade. Assim, pode-se definir o PIE como uma “comunidade” de indústrias que trabalham de forma integrada e desenvolvem parcerias em busca de um mesmo interesse: desenvolvimento econômico, proteção ao meio ambiente e desenvolvimento social local (Rosenthal & Côté, 1998).

O PIE pode contribuir para a minimização da poluição e dos resíduos dispostos pelas indústrias ao mesmo tempo em que aumenta a inserção das indústrias no mercado e as oportunidades para novos negócios. A indústria melhora seu desempenho ambiental e

econômico ao diminuir a poluição ambiental e os resíduos dispostos¹ (Lowe, 2001). Lowe (2001) define alguns termos que podem caracterizar os PIEs: comunidade de indústrias, cooperação, integração, parceria, confiança, eficiência, recursos naturais, resíduos e sistemas tecnológicos. Embora o conceito de PIE seja recente (1994), experiências concretas desenvolvidas na Europa, Ásia e América do Norte têm contribuído para o desenvolvimento dos PIEs, inclusive no Estado do RJ, Brasil.

Nos Estados Unidos e no Canadá existem atualmente 43 PIEs em desenvolvimento e 17 em pleno funcionamento, com seus projetos concluídos (Peck, 2002). Em artigo publicado na revista *Industrial Ecology*, Peck (2002) questiona a grande variedade de serviços, atividades, sinergias, tecnologias, sistemas de gestão, arranjos cooperativos, linhas de pesquisa, financiamento, etc. encontrados nestes 60 PIEs, refletindo a diversidade de desafios, oportunidades e as diferentes percepções do que realmente é um PIE. Neste artigo ele aponta a ausência de uma metodologia específica que defina o que é um PIE. Peck (2002) levanta assim a questão: “Quando um PIE não é um PIE? Será que todo e qualquer projeto de parque industrial que envolva os princípios da EI, da SI, a troca de resíduos, eficiência energética, reuso de água entre indústrias é um PIE?”. Este autor levanta ainda a questão dos possíveis riscos resultantes da ausência de uma metodologia para direcionar a implantação de PIEs, ou seja, vários parques industriais vêm se intitulado PIEs na busca de uma maior vantagem competitiva e de penetração em determinados segmentos de mercado, sem que realmente estejam capacitados. Ainda neste artigo, Peck apresenta a necessidade de definir-se uma metodologia flexível que oriente as indústrias na implantação de PIEs, que estabeleça os limites do que é um PIE.

“O desenvolvimento de novos PIEs ao redor do mundo tem resultado em confusão, reivindicações indevidas ao mercado, resultando na necessidade de maior clareza e especificação dos limites de um PIE no intuito de manter sua legitimidade. O desenvolvimento de uma metodologia torna-se cada vez mais necessária à medida que mais e mais parques industriais têm se intitulado como PIEs. Com o amadurecimento do tema aumenta a necessidade de diferenciação mercadológica” (Peck, 2002).

¹ Gestão integrada de resíduos – os resíduos de uma indústria podem ser utilizados como matéria-prima por outra indústria.

Antes de Peck (2002), Chertow (2000) da Universidade de Yale, nos EUA, após coordenar estudos e pesquisas relativos ao desenvolvimento de 18 iniciativas de PIEs nos Estados Unidos já havia alertado para a necessidade de ser desenvolvida uma metodologia para a implantação de PIEs, que definisse suas principais características e estabelecesse as práticas e os limites que caracterizassem o seu desenvolvimento, com o objetivo de evitar que outros parques industriais se intitulem como PIEs, sem possuírem os elementos necessários para tal. Segundo esta autora, os desafios em estabelecer-se uma metodologia que defina quando um parque industrial é realmente um PIE são muitos, mas os benefícios potenciais seriam maiores. O estabelecimento desta metodologia não só legitimaria os PIEs existentes, mas também auxiliaria na implantação de novos PIEs. Ainda segundo Chertow (2002), o conceito de PIEs ainda está em processo de evolução, e para consolidá-lo é necessário o desenvolvimento de parcerias, ou seja, um maior grau de cooperação entre os atores envolvidos - o setor público, o setor privado, a comunidade e as universidades - para que os ganhos para as três esferas do desenvolvimento sustentável: econômica, ambiental e social sejam obtidos.

Quanto ao Brasil, mais especificamente, no Estado do Rio de Janeiro (RJ), as diversas zonas ou aglomerados industriais existentes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), nos moldes em que foram implementados, vêm comprometendo o meio ambiente e a qualidade de vida da população, inibindo um efetivo desenvolvimento socioeconômico (Magrini, 2002). O Estado do Rio de Janeiro, inspirado na experiência internacional, instituiu recentemente, através do Decreto nº. 31.339 de 04/06/2002, o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial Sustentável – Rio ECOPÓLO. A implantação do Programa Rio-Ecopólo no Estado do Rio de Janeiro é exemplo de um novo instrumento de gestão ambiental cooperativa que busca a aplicação das práticas do desenvolvimento sustentável. Desde então, algumas iniciativas de desenvolvimento de PIEs foram implementadas na RMRJ, como no Distrito Industrial de Santa Cruz, Distrito Industrial de Campos Elíseos, Distrito Industrial de Fazenda Botafogo e no município de Paracambi. Assim como nos demais países, entretanto, também no Brasil, inexistente uma metodologia que direcione e oriente a implantação de PIEs.

Buscando introduzir mudanças na estrutura industrial do Estado do RJ, reduzir os impactos gerados pelas indústrias, melhorar os padrões ambiental, social e econômico

do Estado e promover um desenvolvimento mais sustentável, este estudo propõe uma metodologia que suporte a implantação de forma ordenada de PIEs no Estado do RJ. Esta metodologia foi desenvolvida com base nos estudos e experiências de PIEs implantados em outros países. Parte desta metodologia foi aplicada a título de exemplificação no PIE demarcado no município de Paracambi, único PIE do Estado demarcado em um terreno “verde” (*greenfield site*), que está sendo planejado.

No desenvolvimento deste estudo procurou-se responder a diversas questões relevantes à implantação de um PIE, tais como:

1. Como se deve implantar um ecossistema industrial ou um sistema de atividades produtivas orientado para a sustentabilidade?
2. O Estado do RJ pode comparativamente a outros países que implantaram com sucesso os PIEs, implantar os PIEs em seu ordenamento industrial de forma efetiva?
3. De que forma a implantação de PIEs no Estado do RJ pode promover um desenvolvimento estadual mais sustentável?
4. Quais os fatores relevantes para que a implantação de um PIE se dê de forma efetiva no Estado do RJ?
5. Quais os principais problemas encontrados na implantação dos PIEs no Estado RJ?

1.2. Metodologia

O presente estudo foi realizado em cinco etapas:

1. Revisão bibliográfica – estado da arte (América do Norte, Europa, Ásia, América do Sul e Central) e fundamentação do tema.
2. Estado da arte e fundamentação do tema no Estado do Rio de Janeiro, Brasil.
3. Desenvolvimento da metodologia para implementação de PIEs.
4. Aplicação da metodologia no PIE demarcado no município de Paracambi.
5. Análise e conclusões.

Conforme mencionado, realizou-se inicialmente uma ampla revisão bibliográfica sobre o referencial teórico do tema, incluindo-se trabalhos universitários e estudos de casos de PIEs desenvolvidos em vários países. Esta pesquisa foi realizada principalmente

através de consultas a órgãos internacionais (*United States Environmental Protection Agency - US-EPA, United Nation Environment Program - UNEP, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit - GTZ, etc.*), a livros e a periódicos internacionais (*Journal of Cleaner Production, Journal of Industrial Ecology, Technovation, etc*), a instituições de pesquisa internacionais (Indigo Development Institute, Institute for Communication and Analysis of Science and Technology - ICAST, Canadian Eco Industrial network, Research Triangle Institute), a universidades com institutos voltados à pesquisa do tema (*Cornell University, University of Southern California, YALE University, Dalhousie University, University of Hull, etc*).

Foram contatados via e-mail pesquisadores e professores de instituições de pesquisa internacionais e universidades para obtenção de artigos e trabalhos específicos sobre o tema. De um total de 20 pesquisadores (meio científico, universitário e governamental) contatados, obteve-se retorno de 14, o que corresponde a 70% das consultas efetuadas. Entre estes contatos cabe destacar a Dr^a Suzanne Giannini-Spohn, Ph.D., do US-EPA que disponibilizou o software desenvolvido pelo US-EPA denominado Facility Synergy Tool – FaST, que foi uma das ferramentas utilizadas neste estudo para simular o mix de tipologias industriais sugeridas para o PIE de Paracambi. Todo o referencial acima foi utilizado para desenvolver a metodologia proposta para a implantação de PIEs no Brasil. O resultado desta pesquisa está apresentado nos capítulos 2, 4 e 5 do presente estudo.

Em uma segunda etapa do estudo, buscaram-se informações, dados e documentos relativos à caracterização da RMRJ, sob a ótica da ocupação industrial, do zoneamento industrial e da questão do gerenciamento dos resíduos industriais, além da legislação pertinente ao tema. Para isso foram consultados documentos, realizadas consultas na internet (*Organisation for Economic Cooperation and Development - OECD, Programa das Nações Unidas em Meio Ambiente - PNUMA, Ministério do Meio Ambiente - MMA*) e realizadas entrevistas com representantes de órgãos governamentais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA, Tribunal de Contas do Estado - TCE), instituições privadas (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN), centros de pesquisa universitários (COPPE/UFRJ), indústrias e associações de indústrias (Associação das Empresas do Distrito Industrial de Industrial de Fazenda Botafogo - ASDIN, Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz - AEDIN). O resultado

desta pesquisa está apresentado no capítulo 3 do presente estudo. Por último, com base nos elementos apresentados, apresenta-se, ainda neste mesmo capítulo, uma análise SWOT relativa ao desenvolvimento de PIEs na RMRJ.

Quanto ao município de Paracambi, os dados e informações necessários à realização do estudo de caso foram obtidos através de visitas de campo, entrevistas e documentos fornecidos pelos representantes das secretarias de planejamento, desenvolvimento e meio-ambiente do município. A partir destes dados, do referencial teórico apresentado no capítulo 2, da metodologia para implementação de PIEs proposta no capítulo 4, com a utilização do software FaST, de relatórios desenvolvidos pelo US-EPA por tipologia industrial e da classificação da tipologia das atividades poluidoras desenvolvida pela FEEMA, foi possível desenvolver quatro cenários graduais para a implantação do PIE demarcado no município de Paracambi. O desenvolvimento destes quatro cenários está apresentado no capítulo 5. Por último, com base nos elementos apresentados neste capítulo, apresenta-se, algumas sugestões e proposições de encaminhamento futuro para o PIE demarcado no município de Paracambi.

O último capítulo, o capítulo 6, apresenta a título de conclusão, uma análise do que foi apresentado ao longo deste estudo e algumas sugestões para questões que necessitam ser avaliadas relativas à implantação de PIEs com base nos seguintes itens: experiência internacional, metodologia proposta, experiência no Estado do RJ e estudo de caso.

1.3. Limitações do Escopo do Trabalho

À luz do que foi desenvolvido ao longo deste estudo, cabe destacar algumas dificuldades e limitações no que tange o seu escopo e desenvolvimento.

1. A ausência de documentos e registros relativos ao processo de desenvolvimento dos PIEs no Estado do Rio de Janeiro, desde sua instituição em 2002, dificultou a consolidação de um histórico sobre o tema. Foi, portanto necessário um prazo maior que o previsto para consolidar as informações. A maioria das informações relativas aos 4 PIEs do Estado bem como ao processo de instituição do programa Rio-Ecopólo não foi documentada e não consta de nenhum relatório. As informações contidas neste estudo foram obtidas pontualmente, reunindo-se uma série de informações e dados fornecidos pela

Fundação de Engenharia do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (FEEMA), Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), Associação das Indústrias do Distrito Industrial de Santa Cruz (ASDIN), Associação das Indústrias do Distrito Industrial de Fazenda Botafogo (AEDIN), pelos representantes de algumas indústrias e através de pesquisa na internet.

2. Em relação ao município de Paracambi, a grande parte do material apresentado neste estudo foi disponibilizado pelo ex-Secretario de Planejamento do Município de Paracambi (2004). No início de 2006, foi elaborado um questionário e enviado ao novo Secretario de Planejamento, que se ofereceu a encaminhá-lo às indústrias, porém, devido a novas mudanças políticas, o referido questionário não foi encaminhado conforme acordado. A elaboração deste questionário teve por objetivo obter dados e informações mais concretos relativos ao processo industrial, matérias primas, insumos, resíduos, efluentes, gestão ambiental, etc. das indústrias existentes no município. Este questionário está disponibilizado no Anexo 1. Apesar de não ter sido utilizado como previsto inicialmente, o questionário será inserido em uma outra etapa de implementação do PIE demarcado em Paracambi, conforme será apresentado no capítulo 5, podendo ser utilizado pelo Estado RJ para balizar a implantação de outros PIEs.
3. A falta de recursos financeiros impediu um maior número de visitas de campo, principalmente em relação ao encaminhamento do questionário. Pensou-se inicialmente em realizar visitas a cada uma das indústrias, mas para isso seriam necessários recursos para transporte, acomodação, alimentação, etc.
4. A simulação de sinergias de resíduos desenvolvida para o PIE demarcado no município de Paracambi não considerou quantidade dos resíduos gerados e as especificidades relativas a cada processo produtivo. Isso ocorreu devido à falta de tempo e recursos financeiros necessários para tal análise. Esta simulação deve ser considerada, portanto em termos de potencialidade.
5. Este estudo enfocou essencialmente aspectos de caráter administrativo e gerencial da implementação dos PIEs em nível internacional e nacional, não tendo contemplando a dimensão jurídico-legal.

2. A Ecologia Industrial e suas Principais Ferramentas: SI e PIEs

O termo ecologia foi definido pela primeira vez em 1866, pelo naturalista alemão Ernest Haeckel, como "economia biológica ou economia da natureza, ciência dos costumes dos organismos, suas necessidades vitais e suas relações com outros organismos e como o estudo das relações de um organismo com seu ambiente inorgânico e orgânico" (Marcondes, 1998). Atualmente, a definição de ecologia (ECO do grego Oikos – relativo a casa, morada, lar e LOGIA, de Logos, o estudo de) está mais restrita ao estudo das relações entre os organismos e o meio. Chega-se ao entendimento de que ecologia é o estudo do sistema que suporta a vida na Terra, incluindo as plantas, animais, seres unicelulares e o homem, que de forma interdependentes coabitam o planeta Terra (Marcondes, 1998).

Quanto à Ecologia Industrial (EI), esta começou a ser desenvolvida mais recentemente. As primeiras idéias do que hoje se designa de EI datam do final da década de 80 e início da década de 90 (Erkman, 1997). De forma sumária, o conceito EI pode ser entendido como o estudo das interações entre o sistema industrial e o ecossistema ecológico, (Garner e Keolean, 1995) que sob a perspectiva da EI passa a ser considerado como um ecossistema industrial (Erkman, 2001).

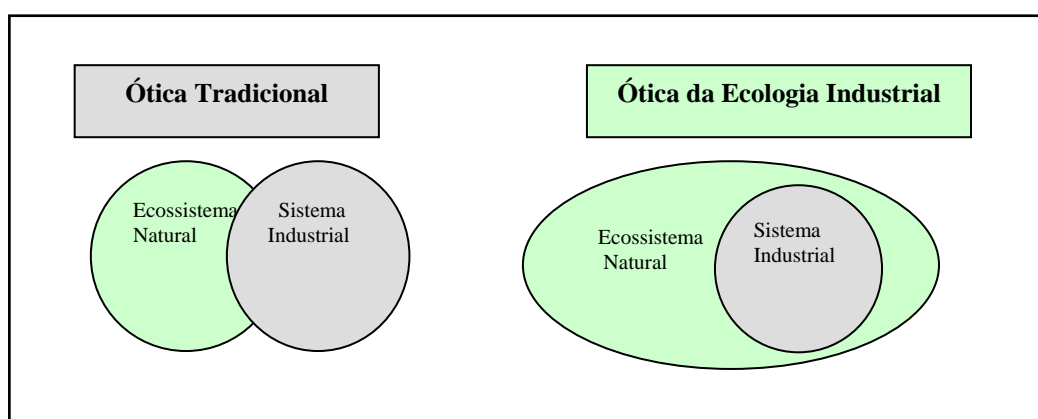
Em 1989, Robert Ayres (Erkman, 1997), desenvolveu o conceito de “metabolismo industrial”: da mesma forma que qualquer ser na natureza, as indústrias consomem matéria prima e energia (entrada) e as transforma para que possam ser consumidos pela sociedade. Esta transformação produz resíduos (saída). Assim, o metabolismo industrial estuda de forma analítica e descritiva os fluxos de entrada (matéria prima, energia, água) e o fluxo de saída (energia, água residual, resíduos) em um processo industrial.

No mesmo ano, o conceito de ecossistema industrial foi apresentado por Frosch and Gallopoulos (1989), dois executivos da General Motors (EUA) no artigo “*Strategies for Manufacturing*”. Neste artigo, considerado por muitos autores (Gertler, 1995, Rosenthal, 1998, Lowe, 2001, Chertow, 2002) como o marco na disseminação do conceito de EI, os autores definiram o ecossistema industrial como “uma comunidade de indústrias co-localizadas ou localizadas em uma mesma região que resolvem interagir permutando e fazendo uso de resíduos, ou seja, uma transformação do modelo

tradicional de atividade industrial, no qual a produção é baseada na gestão individual de matérias primas, produtos e resíduos; para um sistema mais integrado, no qual o consumo de energia e materiais é otimizado, os resíduos dispostos são minimizados, visto que os resíduos de um processo produtivo podem ser utilizados como matéria prima em outro processo” (Frosch and Gallopoulos, 1989).

Erkman (2001) comparou os conceitos de metabolismo industrial e de EI. O metabolismo industrial abrange o fluxo de matéria prima e energia em um sistema industrial, com uma visão analítica e descritiva, tentando entender o fluxo de entrada (matéria prima e energia) e saída (resíduos), desde a sua retirada do meio ambiente até sua reintegração nos ciclos bio-geoquímicos. Quanto à EI, esta tenta entender o funcionamento do sistema industrial, para depois determinar como o sistema industrial pode ser re-estruturado para assemelhar-se a um ecossistema natural. Para Erkman (2001), a EI não analisa apenas o funcionamento dos sistemas industriais, como ocorre no metabolismo industrial, mas também propõe a reestruturação do ecossistema industrial compatível com os ecossistemas naturais, considerando também a ótica da sustentabilidade. A figura 1 apresenta o ecossistema natural e o sistema industrial vistos sob a ótica tradicional e os mesmos vistos sob a ótica da EI, onde o sistema industrial é parte integrante de ecossistema natural.

Figura 1: Ótica tradicional x Ótica da ecologia industrial



Fonte: adaptado de Chertow (2002)

Para Graedel e Albany (1995) a EI é uma ferramenta que possibilita o planejamento de um sistema industrial, onde, como na natureza, nenhum resíduo gerado é acumulado.

Uma das premissas da EI é otimizar o ciclo total dos materiais (do berço ao túmulo, ou melhor dizendo, do berço ao berço) onde os recursos naturais, a energia, água são elementos que devem ter seu uso otimizado, respeitando a capacidade de suporte da natureza às mudanças.

Ao ser aplicada a um sistema industrial, a EI tenta otimizar o ciclo dos materiais, desde a extração da matéria prima até sua disposição final, não se limitando à indústria, mas considerando também os impactos advindos da atividade humana sobre o meio ambiente. Segundo Gertler (1995), enquanto as ferramentas tradicionais de gestão ambiental focam em processos individuais e na unidade industrial isoladamente; a EI analisa, de forma sistêmica, as interações entre as atividades humanas e o meio ambiente e entre os sistemas industriais e os sistemas biológicos, com uma visão de longo prazo.

De forma análoga ao ecossistema natural, o sistema industrial, sob a ótica da EI, é visto como um circuito fechado de materiais, onde os resíduos gerados em um processo podem ser utilizados como insumos (feedstock) em outro processo e o conceito de resíduo deixa de existir. Esta premissa requer a redefinição do que seja um resíduo, agora, matéria prima (insumos) que retorna ao processo produtivo (Gertler, 1995).

Para Starlander (2003) esta analogia apresentada por Gertler (1995), apresenta limitações. Enquanto em um ecossistema natural o processo ocorre de forma espontânea, no ecossistema industrial a ação é provocada, ou seja, é necessário gerenciar as atividades das indústrias. A atividade humana e o processo industrial devem ser alterados para que seu funcionamento seja semelhante ao de um ecossistema natural.

Lowe (2001) definiu como princípios da EI:

- ↳ 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,
- ↳ Reengenharia da produção: substituição de tecnologias tradicionais por novas tecnologias,

- ↳ Fazer mais com menos, tecnicamente chamado de desmaterialização, e
- ↳ 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.

A EI, de forma mais abrangente, inclui todas as atividades produtivas e de consumo, como mineração, manufatura, construção, transporte, geração de energia, prestação de serviços, reciclagem e disposição final de materiais e produtos; além de atividades humanas como agricultura, floresta, pesca. Alguns dos seus benefícios para o meio ambiente são (Frosh e Galloupollus, 1989):

- ↳ Redução do consumo de recursos naturais (matéria prima, energia, água);
- ↳ Redução da poluição (ar, água, solo);
- ↳ Aumento da eficiência energética (redução do consumo de energia);
- ↳ Redução do volume de resíduos (contaminação do solo, rios, aquíferos e população);
- ↳ Os resíduos passam a ter uso e valor de mercado.

A contrapartida destes benefícios ambientais sob o prisma econômico seriam: a redução dos gastos com de matéria prima e energia, com gerenciamento de resíduos e com o cumprimento da legislação ambiental, além de melhorar a imagem da indústria no mercado (marketing verde) (Gibbs & Deutz, 2004). No conjunto, o maior benefício seria para um desenvolvimento mais sustentável² ao atingir-se padrões sustentáveis de produção e consumo e reduzir-se os impactos causados no meio ambiente resultantes da atividade industrial, tornando o sistema industrial compatível com as noções de sustentabilidade.

A EI pode ser aplicada em três diferentes níveis: dentro da própria indústria, entre indústrias e em nível regional ou global (Chertow , 2000).

² No ano de 1987, a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED) apresentou um documento chamado *Our Common Future*, mais conhecido por relatório *Brundtland*. O relatório define o “Desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades”. O relatório não apresenta críticas à sociedade industrial; demandando o crescimento tanto em países industrializados como em subdesenvolvidos, inclusive ligando a superação da pobreza nestes últimos ao crescimento contínuo dos países industrializados.

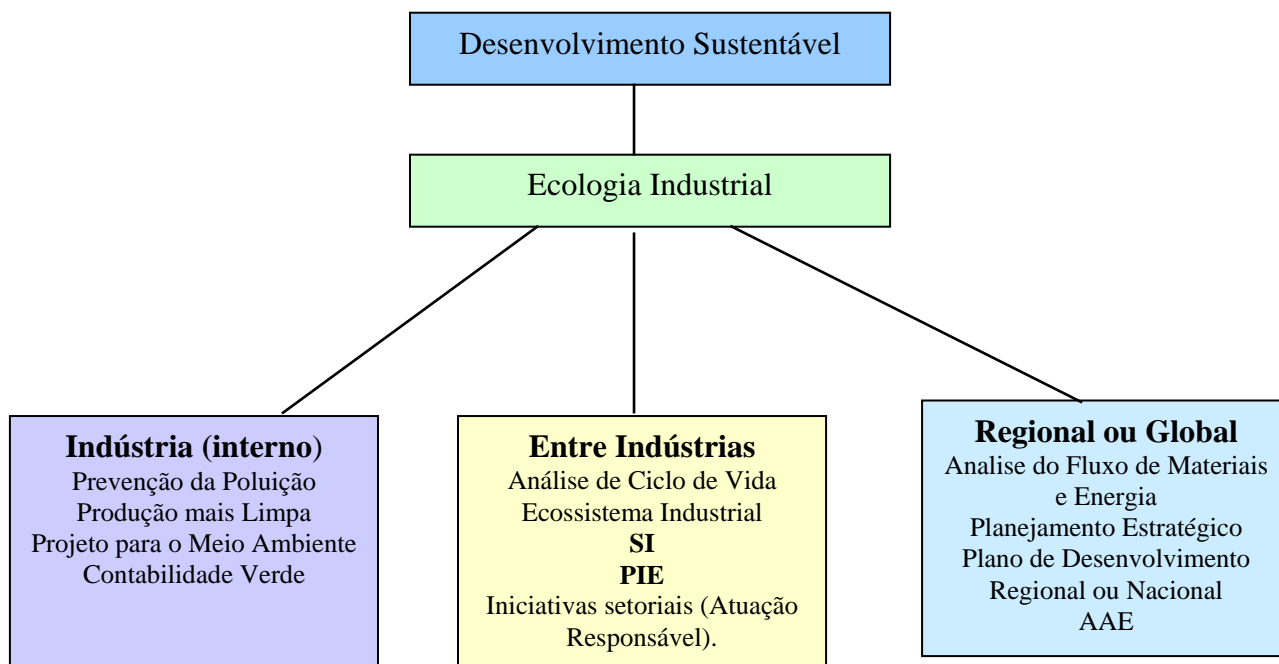
Dentro da própria indústria podem-se mencionar algumas ferramentas possíveis de serem adotadas, como a Prevenção da Poluição, a Produção mais Limpa, o Projeto para o Meio Ambiente e a Contabilidade Verde.

Entre indústrias pode-se mencionar: Análise de Ciclo de Vida, SI, PIEs e algumas iniciativas setoriais como o Programa de Atuação Responsável, entre outros.

Quanto ao nível regional ou global: Análise do Fluxo de Materiais e Energia, Planejamento Estratégico Institucional, Planos de Desenvolvimento Regional ou Nacional e Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) (Chertow, 2000).

A figura 2 apresenta os níveis de abrangência da EI e as respectivas ferramentas que podem ser adotadas.

Figura 2 – Níveis de abrangência da Ecologia Industrial



Fonte: Chertow (2000).

Dado o escopo deste estudo, serão abordadas apenas duas destas ferramentas: a SI e os PIEs, sendo o segundo, foco central de análise desta tese. Fazendo-se uma analogia entre a ecologia industrial, 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 (Côte & Hall, 1995).

2.1. Simbiose Industrial (SI)

Com o advento do conceito de EI no final da década de 80, o conceito da palavra “simbiose”, passa a ser visto com uma outra perspectiva. O termo “simbiose” refere-se à possível associação biológica entre seres na natureza que não se relacionavam anteriormente, passando estes a permutar materiais, energia ou informações, de forma que esta associação resulte em benefícios coletivos maiores que a soma dos benefícios individuais caso cada um deles existisse isoladamente (Starlander, 2003). Como ferramenta da EI, a Simbiose Industrial (SI) visa otimizar o uso de recursos entre indústrias co-localizadas.

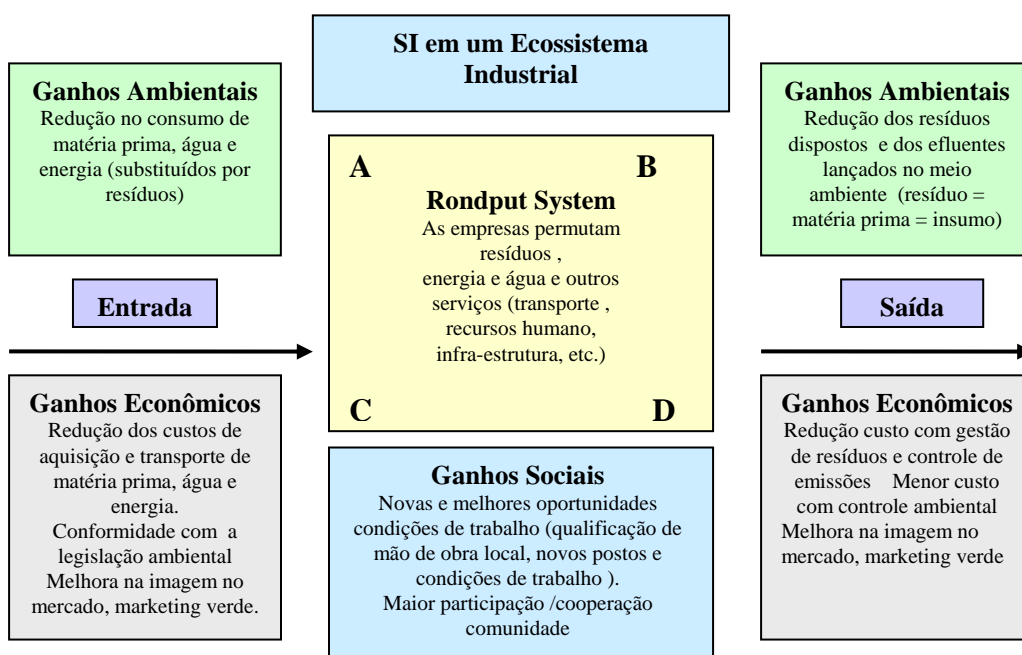
A SI vem sendo adotada em vários países como um instrumento de gestão ambiental para promoção do desenvolvimento sustentável, que tem por objetivo integrar a atividade econômica ao meio-ambiente e ao bem estar da comunidade, uma vez que busca através do intercâmbio de matéria-prima, resíduos, água e energia, reduzir os danos causados ao meio-ambiente e à comunidade, resultantes da atividade industrial, e reduzir os custos operacionais das indústrias envolvidas.

Chertow (2000), em seu artigo “*Industrial Symbiosis: literature or taxonomy*” define a SI como: “A SI, parte integrante da EI, estuda o intercâmbio de matéria, resíduos, água e energia em uma economia a nível local ou regional. A SI tem por objetivo integrar as indústrias que operam de forma isolada a operarem de forma coletiva, onde a cooperação e o intercâmbio físico de matéria, resíduos, água e energia entre as indústrias resulta em vantagens competitivas. O sucesso da SI depende da cooperação, da integração e de possíveis sinergias desenvolvidas entre indústrias localizadas em uma mesma localidade geográfica”.

Apesar de o foco central da SI ser o intercâmbio de recursos tangíveis conforme citado anteriormente, deve-se considerar também o possível intercâmbio de recursos intangíveis, como: conhecimento, recursos humanos (nível gerencial e operacional), onde, da mesma forma que os demais recursos, os custos são reduzidos e os benefícios são compartilhados. Segundo Starlander (2003), o objetivo central da SI é o aumento do desempenho econômico das indústrias, a proteção ao meio ambiente e o desenvolvimento comunitário.

A figura 3 apresenta o uso da SI em um ecossistema industrial. A, B, C e D representam fluxo de resíduos, energia, água e outros serviços, utilizados como insumos no processo produtivo, envolvendo uma diversidade de atores (empresas, indústrias, setor público, setor privado, setor agrícola, comunidade). O consumo de recursos naturais, de energia, de água e a disposição de resíduos são reduzidos, ou seja, os recursos naturais são substituídos pelos resíduos gerados e os recursos não renováveis pelos renováveis, resultando em ganhos econômicos, ambientais e sociais. As empresas permutam resíduos, energia e água e outros serviços (transporte, recursos humano, infra-estrutura), o que Korhonen (2005) denominou de ‘*roundput system*’.

Figura 3: Modelo de SI em um ecossistema industrial



Fonte: Adaptado de Korhonen (2005)

Alguns fatores condicionam o emprego da SI, tais como: o mix das indústrias, a disponibilidade (oferta) de insumos e a necessidade (demanda) destes insumos pelas indústrias; além do interesse das partes, da cooperação, parceria e integração entre as indústrias, cultura organizacional e legislação ambiental vigente (Gertler,1995).

Para Ehrenfeld (2001), o conceito de ecossistema industrial suporta o conceito de SI. Ehrenfeld (2001) define o ecossistema industrial como uma rede de empresas e/ou indústrias, localizadas em uma determinada região que interagem umas com as outras permutando seus resíduos, tendo como incentivos: redução no consumo de materiais e de energia, redução na disposição de resíduos, aumento da eficiência energética e maiores ganhos econômicos.

A literatura internacional destaca como exemplo clássico da implantação da SI, o PIE de Kalundborg, na Dinamarca (Gertler, 1995, Rosenthal, 1998, Chertow, 2000). Tendo iniciado suas atividades em 1963, Kalundborg é um exemplo de intercâmbio de matéria, energia, água e resíduos entre indústrias e municipalidade. Outro exemplo, A SI de Styria na Áustria, possui uma rede de reciclagem industrial maior e mais complexa do que Kalundborg. Além destes, pode-se destacar a SI nas Ilhas Fiji – Monfrot, onde os resíduos de uma cervejaria, lançados anteriormente no mar, passaram a ser utilizados como insumos. A título de exemplificação, o SI de Kalundborg será apresentada no item 2.3.2.

2.2.Parques Industriais Ecológicos (PIEs)

2.2.1. Definição

O conceito de Parques Industriais Ecológicos (PIEs) começou a ser desenvolvido recentemente, em meados da década de 90, pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US-EPA). Internacionalmente, o PIE vem sendo considerado como um novo instrumento de gestão ambiental cooperativa, que busca atingir o desenvolvimento sustentável ao integrar em um único instrumento seus três pilares (ambiental, econômico e social) (Fleig, 2000, Lowe, 2001), conforme pode ser verificado nas definições apresentadas abaixo:

“Uma comunidade de indústrias que cooperam entre si e com a comunidade local para de forma eficiente permutar recursos e serviços (matéria-prima, energia, água, infra-estrutura, informação, transporte, etc), resultando em ganhos econômicos, na qualidade do meio ambiente e em uma melhor qualidade de vida para os trabalhadores e para a comunidade local, obtidos através de uma gestão ambiental mais cooperativa entre os atores envolvidos.” (President Council of Sustainable Development -PCSD, 1996; Indigo Development, 2005).

“Um distrito industrial onde as sinergias ocorrem de forma planejada, minimizando o consumo de matéria-prima e de recursos naturais, a geração e disposição de resíduos, além de construir uma relação sustentável entre os atores envolvidos, integrando o desenvolvimento econômico, social e ambiental”. (PCSD, 1996).

“Uma comunidade de empresas de serviço e manufatura que atingem um melhor desempenho ambiental, econômico e social através de parcerias, cooperação e integração entre os atores envolvidos. A cooperação pode ocorrer na gestão integrada de resíduos, co-geração de energia, intercâmbio de tecnologias, e intercâmbio de infra-estrutura, intercâmbio de serviços, entre outros. A integração ocorre entre as indústrias, entre estas e a comunidade e entre as indústrias, comunidade e o meio-ambiente. Trabalhando de forma integrada, os parceiros buscam alcançar benefícios coletivos que são maiores do que os benefícios alcançados de forma individual, caso cada um deles procurasse otimizar sua atividade”. (US-EPA, 1994).

Os conceitos apresentados pelo PCSD, Indigo Development e pelo US-EPA sintetizam a visão comum de três diferentes instituições americanas sobre os PIEs, instrumento de gestão cooperativa que pode contribuir para o desenvolvimento sustentável ao tentar unir suas três dimensões: econômica, social (comunidade) e ambiental em um único instrumento.

O conceito de PIE, uma das ferramentas da EI, surgiu da tentativa de aplicar os princípios da ecologia à atividade industrial e ao planejamento comunitário. Este conceito espelha, assim, a EI, ou seja, um simples organismo pode existir sozinho ou interagir em um ecossistema. Da mesma forma, as indústrias podem interagir e cooperar umas com as outras, como ocorre em um ecossistema natural (Côte and Hall, 1998).

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 (Lowe, 1997). Estes princípios foram utilizados por diversos gestores separadamente, porém, no PIE estes conceitos são adotados concomitantemente. Portanto, pode-se definir o PIE como uma “comunidade” de empresas e/ou indústrias que ao adotarem este instrumento de gestão cooperativa melhora seu desempenho econômico, reduz os impactos ao meio ambiente e à comunidade local resultantes da atividade industrial. Algumas palavras chave que caracterizam um PIE são: gestão ambiental cooperativa, comunidade de indústrias, minimização dos resíduos dispostos, minimização do consumo de recursos naturais, ganhos econômicos, ambientais e sociais (Lowe, 2001).

O que diferencia o PIE da SI é que na SI o foco central está no intercâmbio de resíduos, enquanto que para PIEs, o intercâmbio de resíduos é apenas um de seus elementos. O conceito de PIE é mais abrangente, seu foco central está em uma gestão ambiental mais cooperativa entre as indústrias, gestores, setor público, setor privado, comunidade e demais atores envolvidos.

As principais características dos parques industriais ecológicos são apresentadas de forma sintética na Tabela 1.

Tabela 1: Características do PIE

Características do 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 otimizam a produção, aumentam o lucro (redução dos gastos com aquisição de matéria prima substituídas 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.

(Lowe, 2001)

A cooperação e parceria entre o governo, as agências governamentais, as instituições privadas, as instituições de pesquisa, os membros da comunidade, as indústrias e os tomadores de decisão é um fator importante para o sucesso de um EIP. O uso de resíduos de uma indústria como matéria prima por outra indústria, um melhor relacionamento, cooperação e integração indústria-indústria, indústria-comunidade, indústria-setor público, entre indústrias e entre estas e a comunidade, a adoção de práticas que resultem em uma maior eficiência energética, o uso de tecnologias mais limpas, o reuso de água, os serviços comuns compartilhados, prática da arquitetura e construção sustentáveis são alguns dos elementos de um PIE. Com o aumento da legislação ambiental, o aumento do controle por parte do poder judiciário e o aumento das reivindicações e pressões comunitárias, as indústrias cada vez mais estão interessadas em implantar estratégias pró-ativas, a exemplo dos PIEs.

O PCSD (1996) caracterizou os PIEs por um conjunto de iniciativas e não somente por:

- ☞ Uma simples troca de resíduos.
- ☞ Um arranjo produtivo de reciclagem de materiais.
- ☞ Um conjunto de indústrias que utilizem tecnologias ambientais
- ☞ Um conjunto de indústrias que manufacturam produtos verdes.
- ☞ Um complexo industrial projetado em torno de uma única questão ambiental (por exemplo, energia solar) ou com infra-estrutura ou construção sustentáveis.
- ☞ Um complexo industrial multiuso (indústria, comércio, serviços, residência).

Com base nas características acima apresentadas pode-se concluir que um PIE não possui uma estrutura rígida, pode apresentar qualquer uma das características apresentadas, todas ou outras mais. O perfil das indústrias e os aspectos sócio, econômico e cultural da região são variáveis que influenciam na 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 estes elementos não se consolidarem o desenvolvimento do PIE pode estar comprometido.

Segundo Starlander (2003), são duas as principais motivações que levam as indústrias a engajarem nesta iniciativa. A primeira seria pressão institucional externa e a segunda uma maior vantagem competitiva (market advantage).

Para atender à crescente pressão institucional externa Starlander (2003) sugere que as indústrias cooperem umas com as outras no intuito de atender a legislação (ambiental, trabalhista, zoneamento) em vigor. Grande parte das micro, pequenas e médias indústrias desconhece ou tem dificuldade em atender a legislação, principalmente a legislação ambiental.

Quanto à vantagem competitiva, as indústrias podem compartilhar seus recursos físicos e tecnológicos (espaço físico, infra-estrutura, equipamentos, mão de obra, treinamento, transporte), uso mais eficiente dos recursos naturais, uso de resíduos como insumo no processo produtivo (menor custo comparado aos recursos naturais) e finalmente, troca de conhecimento, experiências e informações entre as indústrias. O aumento no desempenho econômico e ambiental da indústria resulta em maior vantagem competitiva e maior retorno financeiro (*return on investment* – ROI). (Côté and Rosenthal, 1998).

Na visão de Mitchell (2002), o conceito de PIE é um conceito flexível que pode variar em função das condições de mercado e das limitações oferecidas pelo meio-ambiente. O mercado pode variar em função da oferta e da demanda, que variam em função da localização do PIE. Quanto às restrições ambientais, pode-se citar a poluição do ar, da água e do solo, que são limitadas através da legislação. Segundo Côté and Rosenthal (1998) “O sucesso de um PIE não depende somente de seu desempenho ambiental, mas é resultante, principalmente de sua habilidade de competir no mercado”. Alguns

estudos desenvolvidos pela Universidade de Cornell (USA) apontam o mercado (fator econômico) como o principal fator a ser considerado no planejamento de um PIE. O meio ambiente e a comunidade são considerados a seguir. Se a viabilidade do mercado esta sendo questionada, então o sucesso ou o fracasso do PIE não pode ser medido, visto que o as indústrias vão desaparecer, mascarando os resultados alcançados.

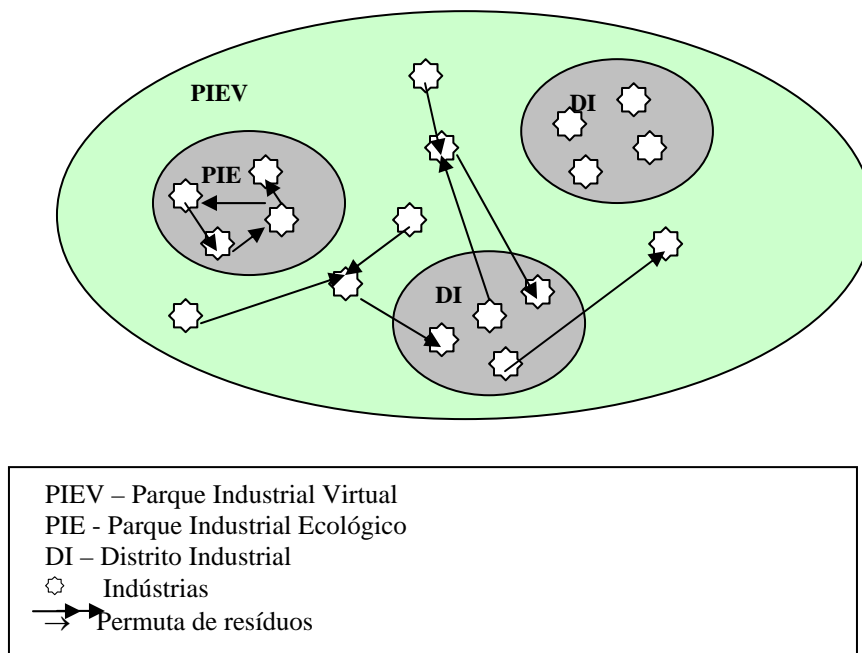
2.2.2. Tipologias de PIEs

A literatura internacional apresenta diferentes terminologias adotadas em projetos e estudos para designar conceitos e outros instrumentos semelhantes aos PIEs. Starlander (2003) denominou de Desenvolvimento Eco Industrial (DEI) o uso dos princípios da EI e da SI no desenvolvimento de PIEs, tendo definido duas tipologias de DEI: os PIEs co-localizados e os PIEs virtuais.

Segundo Starlander (2003), a principal diferença entre os PIEs co-localizados e os PIEs virtuais é que no primeiro caso as indústrias se localizam em “*clusters*” industriais enquanto que no segundo caso as indústrias estão distribuídas em uma região (diferentes áreas / municípios). No caso do PIE co-localizado, a maior proximidade entre as indústrias facilita o desenvolvimento de sinergias e existindo uma maior chance de integração e a cooperação entre os atores envolvidos. Por outro lado o PIE virtual oferece uma maior possibilidade de sinergias entre as indústrias, pois como a área de abrangência é maior, a diversidade de atores envolvidos também.

Para Lowe (2001), no PIE virtual (PIEV), as sinergias podem ocorrer entre indústrias independentes, que existem isoladamente, entre indústrias localizadas em distritos industriais (DI) ou mesmo entre indústrias localizadas em PIEs. A figura 4 abaixo esquematiza possíveis sinergias entre indústrias localizadas em um PIE co-localizado, em um distrito industrial e entre aquelas localizadas em um PIE virtual.

Figura 4: DI x PIE co-localizado x PIEV



Elaboração própria, baseada em Lowe (2001)

Quanto ao PIEs co-localizados, estes podem ser desenvolvidos em *brownfields*, ou seja, distritos industriais abandonados, ou mesmo, em distritos industriais em funcionamento, onde as indústrias estão em operação e algum tipo de relação já existe entre elas, como o caso de Cape Charles e Chattanooga nos EUA e dos PIEs de Santa Cruz, Fazenda Botafogo e Campos Elíseos, no Estado do Rio de Janeiro, ou serem planejados em *greenfields*, áreas onde não existe qualquer intervenção econômica, onde os PIEs são implementados do zero, como é o caso de Londondery EIP e Red Hill Ecoplex, ambos nos EUA e do PIE demarcado no município de Paracambi no Estado do Rio de Janeiro.

Segundo Gertler (1995) a grande vantagem de implementar o PIE em um *brownfield*, é a re-utilização de uma área já degradada, ou seja, uma área “marrom” ao invés de contaminar uma área que ainda é “verde”, onde os ecossistemas ainda não estão comprometidos. Pode-se considerar também, a infra-estrutura pré-existente que pode ser adaptada para atender as necessidades dos novos integrantes, facilitando a ligação entre as indústrias.

Por outro lado, a implementação de PIEs nos “*greenfields*”, influencia a decisão das indústrias de se localizarem em um PIE, visto que o “*cluster*” industrial é planejado considerando desde o início possíveis intercâmbios (resíduos, serviços, instalações) entre as indústrias. Para Gertler (1995), quando o PIE é totalmente planejado as indústrias que ali se instalam estão cientes dos princípios e diretrizes a serem seguidos e estão dispostas a cooperar e a desenvolver parcerias umas as outras. Ainda para Gertler (1995), a possibilidade de ocorrerem sinergias entre as indústrias deve ser prevista ainda na etapa de planejamento, permitindo assim uma maior a flexibilidade, desta forma, a integração e a cooperação entre indústrias ocorrem de forma muito mais natural.

Para Mitchell (2002), planejar um PIE em um *greenfield* permite que cada indústria seja locada de forma a otimizar o fluxo de resíduos e matéria prima entre estas. As técnicas construtivas e arquitetônicas e os materiais selecionados possibilitam uma maior economia dos recursos naturais (emprego das técnicas da arquitetura e construção sustentáveis).

A literatura internacional apresenta também, algumas outras tipologias de PIEs. Dentre estas tipologias selecionaram-se aqueles apresentados por Chertow da Universidade de Yale e por Mitchell da Universidade de Southern California.

Em 2000, Chertow após coordenar estudos relativos ao desenvolvimento de 18 iniciativas de PIE nos Estados Unidos definiu cinco possíveis tipologias de PIEs: intercâmbio externo de resíduos, intercâmbio interno de resíduos, indústrias localizadas em um mesmo parque industrial, indústrias não localizadas em um mesmo parque industrial e indústrias organizadas virtualmente.

1. Intercâmbio Externo de Resíduos: caracteriza-se pelo desenvolvimento de um banco de dados onde os resíduos demandados e ofertados pelas indústrias são permutados. Segundo Chertow (2000), este modelo apresenta uma perspectiva mais ambiental do que econômica e é considerada uma ação fim de tubo. Como exemplo pode-se citar no Estado do Rio de Janeiro o programa da bolsa de resíduos da FIRJAN/RJ.
2. Intercâmbio Interno de Resíduos: caracteriza-se pela troca de resíduos dentro dos limites de uma única unidade industrial ou entre indústrias de uma mesma corporação. Segundo Tanomoto (2004), ganhos significativos podem ser obtidos ao

considerarmos o completo ciclo de vida do produto, processo ou serviço. Como exemplo, pode-se citar o sistema desenvolvido na Universidade de Yale para reaproveitamento de peças e partes de equipamentos eletrônicos obsoletos, como microcomputadores (Campbell, 2002) e o PIE desenvolvido pela corporação EBARA no Japão (Morikawa, 2000).

3. **Indústrias Localizadas em um mesmo Parque Industrial:** as indústrias localizadas em um mesmo parque industrial podem permutar resíduos, energia, água, materiais, podem fazer uso compartilhado de informações, recursos humanos, serviços como licenças, força de trabalho, treinamento, restaurante, áreas de lazer, transporte e serviços de marketing. Como exemplo pode-se citar o PIE de Cape Charles na Virginia, Chattanooga, no Tennessee, Fairfield, Maryland, entre outros (<http://www.hull.ac.uk>).
4. **Indústrias não localizadas em um mesmo Parque Industrial:** intercâmbio entre indústrias localizadas em uma mesma região geográfica, com a possibilidade de novas indústrias aderirem ao sistema. Como exemplo pode-se citar o parque industrial de Kalundborg, na Dinamarca, onde as indústrias estão localizadas em uma mesma municipalidade e os novos parceiros vêm aderindo a esta iniciativa (Gertler, 1995 e Chertow, 2000).
5. **Indústrias Organizadas Virtualmente:** este modelo é adotado por indústrias que não desejam mudar sua localização (custos associados à mudança). A troca de resíduos ocorre entre indústrias localizadas em diferentes regiões. Como exemplo pode-se citar os PIEs de Brownsville, no Texas, que abrange a região de Brownsville e Matamoros, no México (US-EPA, 1996 e Hatch, 2001) e o projeto desenvolvido pelo Triangle J., na Carolina do Norte, envolvendo 182 empresas localizadas em seis diferentes municípios, além do suporte de 4 universidades da região (TJCG, 1999)³.

Dois anos após o trabalho de Chertow, Mitchell (2002) apresentou as seguintes tipologias de PIEs: co-localizado, virtual, recuperação de recursos, parque de tecnologia verde, parque eco-industrial e sistema de gestão ambiental.

³ O relatório completo sobre este projeto esta disponível na paginado Triangle J Council of Governments: <http://www.tjcog.dst.nc.us/>

- ↳ Parque Co-localizado: as indústrias localizam-se próximas umas as outras, ou seja, em um mesmo distrito industrial. O fluxo de resíduos é feito através de dutos. A proximidade facilita a integração e a cooperação entre as indústrias, além de permitir a existência de infra-estrutura, informações, conhecimentos, treinamento, suporte técnico, estrutura física, gestão, transporte, lazer e outros serviços compartilhados.
- ↳ Parque Virtual: o fluxo de resíduos é feito entre as regiões. Sistemas de informática e logística podem ser utilizados para otimizar as ligações e o transporte entre as indústrias.
- ↳ Parque de Recuperação de Recursos: parque co-localizado de reciclagem, manufatura e revenda. Uma indústria de reciclagem de materiais (*MRF – material recovery facility*) localizada no parque fornece a matéria-prima necessária às demais indústrias.
- ↳ Parque de Tecnologia Verde: o poder público incentiva o desenvolvimento de tecnologias limpas. As indústrias podem ser co-localizadas ou não.
- ↳ Parque Eco-Industrial: identifica as possíveis relações econômicas, ambientais e sociais entre as indústrias, de forma a minimizar os impactos resultantes da atividade industrial no meio ambiente e na comunidade, resultando em vantagem competitiva (ganhos econômicos) para a indústria. Os princípios da EI são adotados, tendo por objetivo atingir um desenvolvimento sustentável, através de uma gestão ambiental cooperativa.
- ↳ Sistema de Gestão Ambiental (*EMS – environmental management system*): as indústrias devem ser certificadas pela norma internacional de gestão ambiental ISO 14001⁴. As indústrias devem trabalhar de forma integrada para implementar um sistema de gestão ambiental (SGA) buscando estratégias para a redução do consumo de recursos naturais, minimização da poluição do ar, água e solo e a minimização de resíduos gerados e dispostos no processo produtivo.

⁴ Norma ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental – Especificação e Diretrizes para Uso. Norma de certificação que apresenta os requisitos necessários para implementar o sistema de gestão ambiental (SGA) nas empresas.

Este estudo considerou a SI e os PIEs como instrumentos da EI, e adotou o termo parque industrial ecológico (PIE), objeto central desta tese, para designar parques industriais co-localizados que adotam os princípios da EI e do desenvolvimento sustentável. Por terem abordagens muito semelhantes, em alguns momentos, estes dois instrumentos, SI e PIE, podem se confundir.

2.2.3. Benefícios e Desafios do Desenvolvimento de PIE.

Conforme dito anteriormente, o desenvolvimento de PIEs resulta em benefícios para as três esferas do desenvolvimento sustentável: indústrias (benefícios econômicos), comunidade e governo (benefícios sociais) e para o meio ambiente. Cada um destes atores permuta seus bens e serviços (trabalho, capital e insumos) com os outros membros da comunidade e com os participantes externos (consumidores e fornecedores).

Uma vez apresentados aos principais atores (indústrias, comunidade local, trabalhadores, governo) os benefícios tornam-se incentivos para estes engajarem nesta iniciativa. As indústrias buscam melhorar sua imagem no mercado (marketing verde), aumentar o seu nicho mercadológico (acesso a novas camadas do mercado) e conseqüentemente maximizar o lucro. Quanto à comunidade, a principal motivação é o desenvolvimento local (saúde, emprego, educação, qualidade de vida). Para o governo, a motivação é o maior cumprimento da legislação em vigor, aumento na base tributaria além da redução dos danos causados ao meio ambiente resultantes da atividade industrial.

A tabela 2 apresenta de forma sintética alguns dos benefícios potenciais para a comunidade, para o governo, para o meio ambiente e para as indústrias resultantes do desenvolvimento de PIEs segundo Schlarb (2001), Lowe (2001) e Mitchell (2002). As características e a cultura de cada local influenciam na definição destes benefícios.

Tabela 2: Benefícios Potenciais dos PIEs

Benefícios Potenciais dos PIEs		
Social	Ambiental	Econômico
Maior oportunidade de negócios locais	Melhoria ambiental contínua	Maximização dos ativos - maior lucro.
Aumento na base tributária (governo)	Redução na poluição (ar, água, solo)	Acesso a novas camadas do mercado
Melhor ambiente de trabalho	Soluções ambientais inovativas	Maior conhecimento legislação
Ao criarem-se indústrias sustentáveis, criam-se empregos sustentáveis.	Proteção aos ecossistemas / habitats naturais	Menor vulnerabilidade das indústrias - parceria em rede
Melhora no meio ambiente	Consumo sustentável dos recursos naturais	Facilidade de acesso a financiamentos
Criação de uma economia paralela que reutilize os resíduos das indústrias	Redução dos impactos sobre o meio ambiente	Aumento aceitabilidade da indústria no mercado (imagem verde)
Melhora na saúde dos empregados e da comunidade	Recuperação e preservação das áreas verdes.	Melhora na relação fornecedor / cliente
Ganhos econômicos e sociais resultantes da parceria comunidade / indústria	Desenvolvimento de tecnologias ambientais	Redução nos custos para disposição de resíduos.
Melhor qualidade de vida para a comunidade (programas sociais)	Recuperação dos <i>Brownfields</i>	Receita proveniente da venda dos resíduos
Maior conscientização da questão ambiental: Uso mais eficiente dos recursos.	Redução da quantidade de resíduos dispostos no meio ambiente	Aumento na produtividade dos empregados
Educação e capacitação de recursos humanos.		Otimização da produção - redução dos custos operacionais (energia, matéria-prima e água).
Aumento do número de empregos.		Vantagem competitiva: aumento da presença e liderança no mercado
Diversificação de negócios		Redução dos danos ao meio-ambiente (poluição e resíduos).
		Redução do passivo ambiental

Fonte: Elaboração própria, baseada em US –EPA(1996), Schlarb (2001), Lowe (2001), Mitchell (2002), Tudor et al (2006).

Os benefícios, ao serem apresentados às indústrias, aos órgãos governamentais e a comunidade incentivam a participação destes atores nos PIEs. Com base nos benefícios acima apresentados, podemos constatar que os PIEs possuem os elementos necessários a difundir o conceito de um desenvolvimento industrial mais sustentável.

Apesar de muitos autores considerarem os PIEs como a grande estratégia para implementação dos conceitos do desenvolvimento industrial sustentável, outros, como Fleig (2000) e Tudor et al (2006) alertam para algumas dificuldades e riscos encontrados:

- ↳ Obstáculo ao desenvolvimento de novas tecnologias: com as vantagens econômicas resultantes da permuta de resíduos, as indústrias não têm incentivo em investir em novas tecnologias de minimização de resíduos, continuando a utilizar tecnologias, que poluam o meio ambiente.
- ↳ Contínua dependência em materiais perigosos: dado às vantagens financeiras da permuta e/ou comércio de resíduos perigosos ou não, as indústrias não terão incentivo em substituir as substâncias responsáveis pela geração destes resíduos por substâncias não tóxicas.
- ↳ Criação de dependência entre as indústrias: quanto maior o grau de cooperação e parceria desenvolvidas, maior a interdependência e conseqüentemente, maior os riscos advindos desta dependência. As indústrias que utilizem ou forneçam resíduos correm o risco de perder o fornecedor ou o mercado caso alguma planta venha a fechar, devendo buscar no mercado nova fonte de obtenção de “matéria-prima”. O risco torna-se maior ainda, se a indústria investiu em infra-estrutura ou em logística para acomodar as alterações necessárias a troca de resíduos. Este risco não deve ser considerado pela indústria individualmente, mas pelo PIE como um todo.
- ↳ Maior custo e prazo necessários à implementação do empreendimento, conseqüentemente maior período para retorno do investimento (*pay back period*): planejamento, urbanização do terreno, instalação da infra-estrutura, processo construtivo, arquitetura das unidades industriais e operacionalização do PIE como um todo.

Diversos autores e instituições vêm destacando os desafios para cada um dos atores envolvidos no desenvolvimento dos PIEs. Estes desafios estão sintetizados na tabela 3.

Tabela 3: Desafios do planejamento dos PIEs para os diferentes atores.

Desafios do planejamento dos PIEs para os Diferentes Atores	
Governo e Comunidade Local:	<p>Estabelecer apoio local</p> <p>Definir indicadores de desempenho.</p> <p>Compartilhar ganhos e perdas.</p> <p>Reduzir os custos administrativos e tributários</p>
Possíveis Membros	<p>Estimar os custos e benefícios do PIE.</p> <p>Auxiliar na seleção do mix correto de indústrias.</p> <p>Identificar tecnologias de redução dos danos ao meio ambiente.</p> <p>Cumprir a legislação, reduzindo suas incertezas e brechas.</p> <p>Capacitação de pessoal (treinamento)</p>
Agências Reguladoras federais, estaduais e municipais:	<p>Fazer cumprir o zoneamento, as licenças e demais requisitos legais.</p> <p>Tornar a legislação, quando possível, mais flexível.</p> <p>Desenvolver tecnologia apropriada, promover a transferência de tecnologia e prover treinamento técnico.</p> <p>Estimular a troca de informações entre as indústrias.</p>
Empresários, Planejadores e Construtores:	<p>Escolher o sítio que irá maximizar os benefícios sociais, econômicos e ambientais do PIE, devem ser considerados os terrenos virgens (<i>Greenfield sites</i>), os terrenos contaminados (<i>brownfield sites</i>) e os distrito industriais em operação.</p> <p>Planejar a infra-estrutura de forma a incorporar as demandas por serviços dos diversos integrantes do PIE.</p> <p>Planejar as instalações industriais de forma flexível permitindo possíveis expansões e modificações.</p> <p>Planejar as instalações de forma a maximizar a eficiência energética e o uso mais eficiente dos materiais.</p> <p>Implementar técnicas construtivas compatíveis com a arquitetura e construção sustentável.</p>
Gerentes	<p>Gerir o processo de implantação do PIE: comparado a um distrito industrial, o desafio para os gestores do PIE está em atingir um desempenho ambiental superior e ao mesmo tempo manter a viabilidade financeira do projeto.</p> <p>Selecionar e Recrutar Indústrias: requer um equilíbrio entre as estratégias tradicionais de marketing e as vantagens oferecidas pelo PIE, as metas de desempenho ambientais e econômicas; ocupar o PIE com o mix correto de indústrias (sinergias entre as indústrias, fomentar o desenvolvimento local).</p> <p>Gerir o PIE: os gerentes do PIE são responsáveis pela gestão do conjunto de indústrias e pela gestão da propriedade em si, os gestores são responsáveis pelo funcionamento do PIE como um todo de forma integrada (gestão da propriedade) e pelo funcionamento e manutenção do mix correto de indústrias para viabilizar as sinergias e resolver conflitos existentes entre os atores.</p> <p>Assegurar a viabilidade futura do PIE: recrutar as indústrias necessárias para viabilizar e manter as sinergias, manter um bom relacionamento com a comunidade do entorno, fomentar a melhorias ambientais e econômicas.</p>

Fonte: US –EPA (1996),Lowe (2001), Michell (2002), Tudor et al (2006).

Apesar das dificuldades apresentadas, vários PIEs já se encontram em operação no mundo e os resultados têm sido positivos, como será apresentado no próximo item (Rosenthal & Côté, 1998).

2.3. Panorama de Desenvolvimento de PIE no Mundo

Este item apresenta um breve panorama do desenvolvimento dos PIEs na América do Norte, Europa, Ásia, América Central e do Sul. Alguns países, como os Estados Unidos, devido a maior quantidade e qualidade de informações e material disponíveis para pesquisa, serão apresentados de forma mais detalhada. Outros como o México, de forma sucinta. Em alguns outros países como a Suécia, e a Áustria, encontrou-se na literatura apenas menção ao desenvolvimento de PIEs. As listagens dos PIEs existentes nestes continentes estão apresentadas no Anexo 2. Conforme dito anteriormente, dada a diversidade de material obtido, não foi possível padronizar as informações apresentadas.

2.3.1. América do Norte

a. Estados Unidos

Nos Estados Unidos, em 1994, o Conselho do Presidente sobre Desenvolvimento Sustentável (PCSD – governo Clinton) juntamente com a Agência de Proteção Ambiental Americana (US-EPA) desenvolveu o conceito de PIE como um instrumento para a promoção do desenvolvimento sustentável (PCSD, 1996). À época o US-EPA liberou um financiamento no valor de U\$ 300.000,00 para “...planejar e desenvolver um parque industrial ambientalmente sustentável, com o objetivo de criar empregos e promover o desenvolvimento de novas tecnologias, e ao mesmo tempo criar oportunidades para melhorar o desempenho ambiental, social e econômico das indústrias e demonstrar na prática a adoção dos conceitos e princípios do desenvolvimento sustentável ...(PCSD, 1996)”. Esta frase marcou o início do desenvolvimento de PIEs nos Estados Unidos, onde pela primeira vez os princípios da EI saem da teoria e foram postos em prática nos parques industriais americanos (Gertler, 1995).

Neste mesmo ano, o PCSD designou quatro PIEs a serem desenvolvidos como modelos: Baltimore, Maryland; Cape Charles, Virginia; Brownsville, Texas e Chattanooga, Tennessee. Com o apoio do governo americano, do US-EPA e de Universidades renomadas como *Cornell University* e *Yale University*, várias comunidades

americanas, buscando novas possibilidades de recuperar áreas contaminadas (*brownfields*), apoiaram esta iniciativa. Até o início de 2001, pelo menos 40 municipalidades estavam desenvolvendo projetos para a implantação de PIEs. Com a mudança do governo americano em 2001 (de Clinton para Bush) o novo governo não continuou a fomentar o desenvolvimento de PIEs. Porém, a semente estava lançada. As universidades, centros de pesquisa, o US-EPA, o setor privado e as comunidades continuaram trabalhar juntos e novos PIEs continuaram a ser criados. Como exemplo, neste mesmo ano, a Universidade da Carolina do Sul, com apoio e financiamento do US-EPA e do Departamento de Desenvolvimento Econômico e Comércio dos EUA criou o Centro Nacional para Desenvolvimento de PIEs voltado para pesquisa e desenvolvimento de PIEs (Gibs & Deutz, 2004).

Em 2004, Gibbs e Deutz (2004) realizaram uma pesquisa com o objetivo de caracterizar o estágio de desenvolvimento dos PIEs nos EUA até então. A época, dezoito PIEs foram selecionados, sendo que seis em operação, cinco em construção e sete em fase de planejamento. Destes dezoito, dez foram selecionados pelos autores para realizarem um estudo mais detalhado. Esta seleção foi feita considerando aqueles cujos objetivos sociais e econômicos estavam voltados para o desenvolvimento da comunidade local. Os autores realizaram visitas e entrevistas com gerentes dos PIEs, representantes das autoridades locais, indústrias participantes, organizações ambientais, representantes da comunidade e agências de desenvolvimento econômico locais. Nestas entrevistas buscaram-se informações quanto ao processo de desenvolvimento do PIE, os problemas e dificuldades encontrados, a natureza e a extensão das sinergias entre indústrias, obtenção de financiamento, o papel das instituições públicas e privadas locais no desenvolvimento do PIE, além dos benefícios econômicos, sociais e ambientais alcançados.

Os PIE em operação, selecionados foram: Devens (DV), Massachusetts, Phillips (PH), Minnesota; Cape Charles (CC), Virginia; Gulf Coast (GC), Texas. Os PIEs em construção selecionados foram: Londonderry (LD), New Hampshire; Red Hills (RH), Mississippi; Dallas (DL), Texas. Por último, em planejamento selecionaram-se: Ecolibrium (EC), Texas; Front Royal (FR), Virginia e Basset Creek (BC), Minneapolis. Os resultados desta pesquisa estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Características Atuais dos PIEs nos EUA.

Características Atuais dos PIEs.										
PIEs	DV	PH	CC	GC	LD	RH	DL	EC	FR	BC
Características										
<i>Networking</i>	E	E	ED	E	ED	PL	LP	LP	PL	LP
Rec. de Recursos	ED	ED	ED	E	ED		LP			LP
Cluster industrial	E	F	F	E	E	LP	LP	LP		P
Planej. Verde	E	E	E		E		E		E	LP
Integração ecossist. Naturais	E	E	E		E				PL	LP
Industrial âncora					E	E	E			
DfE					ED					
Treinamento	E			E	ED					
SGA	ED			E	ED					
Desmaterialização	PL	E						PL		
Inovação tecnológica	ED			E	ED					
Participação comunitária	E	E	E		E		E		E	E
Sinergias	LP	F	LP	PL	E	LP	LP	LP	E	P

Legenda: E: existente; ED: em desenvolvimento; PL: planejado; LP: meta de longo prazo; F: fracasso, implementado sem sucesso; P: previsto, mas ainda não implementado.

Fonte: elaboração própria baseada em Gibs e Deutz (2004).

Ao fazer-se a transição entre o planejado e a realidade, a principal dificuldade apontada pelos *stakeholders* foi à concretização de sinergias entre as indústrias, principalmente as sinergias apontadas pela EI (resíduos, água e energia). Segundo Gibbs & Deutz (2004), inicialmente, o desenvolvimento de sinergias era a principal meta das indústrias ao ingressarem nesta iniciativa. Várias sinergias foram identificadas, porém, a operacionalização, apesar de os atores demonstrarem ter conhecimento dos conceitos e princípios da EI e dos PIEs, mostrou-se problemática. O único caso em operação foi em Londonderry, aonde o uso de águas cinzas (*gray water*) pela central geradora de energia vem ocorrendo. Como resultado, quatro mil galões de água deixam de ser retirados diariamente do rio Merrimack. Outras sinergias foram desenvolvidas entre as indústrias, como capacitação de pessoal, sistemas de informações, gerenciamento, suporte legal, serviços gerais de utilidade comum (restaurante, lazer, depósitos, armazéns), programas comunitários, marketing, ficando a troca de resíduos, o reuso de água e a co-geração de energia em um segundo plano. O desenvolvimento de outras sinergias demonstrou a existência de um senso de comunidade, ou seja, de integração entre os atores, como resultado de uma gestão ambiental cooperativa.

As indústrias participantes do processo tornaram-se conscientes de que as sinergias de resíduos requerem um grau maior de integração para serem operacionalizadas, necessitando também de prazos maiores do que os originalmente previstos. Segundo van Leeuwen (2003), a SI é um processo de longo prazo que deve ser implementado depois que outros elementos dos PIEs já estejam operacionalizados.

Um segundo problema apontado pelos atores foi a dificuldade de atrair indústrias para o PIE devido às normas, códigos de conduta e convenções em vigor no PIE. As novas indústrias deveriam se adequar às exigências e restrições das convenções para poderem integrar o PIE, isto contribuiu para afastar possíveis interessados.

A conclusão deste estudo foi que, apesar de vários anos terem se passado desde o lançamento dos primeiros projetos piloto e o desenvolvimento dos PIEs nos EUA ter se consolidado como um instrumento para a promoção do desenvolvimento sustentável, as sinergias de resíduos ainda se encontram num estágio inicial.

Outro estudo realizado sobre o desenvolvimento de PIEs nos EUA, por Heeres et al. (2004)⁵ focou em três das iniciativas implementadas: Cape Charles, Virginia; Brownsville, Texas e Fairfield, Maryland. O PIE de Cape Charles está sendo implementado em um *greenfield*, Brownsville é um PIE virtual e o PIE de Fairfield está sendo implementado em um *brownfield*. Segundo Heeres et al. (2004), nestes três projetos o foco maior está nos fatores econômico e social, visto que existe uma preocupação maior em empregar a mão de obra local. A participação ativa da comunidade e de organizações não governamentais em cooperação com o setor público é um fator comum desde o início da etapa de planejamento, que tem contribuído para o sucesso destes projetos. Cabe destacar que a participação do setor público se sobrepõe à participação do setor privado.

Quanto à sinergia de resíduos, eficiência energética e reuso de água, estes foram considerados desde a fase inicial de planejamento apenas em Brownsville e Fairfield. A existência de convenções e códigos de conduta restringindo impondo condições e restrições às indústrias para se instalarem e operarem no PIE tem dificultado a entrada de novas indústrias. O estudo destacou algumas características comuns às três iniciativas: estímulo inicial por parte dos governos local e regional, projeto financiado

⁵ Este estudo abordou também a Holanda, que será apresentada no próximo item.

pelos governos local e regional, estímulo à participação ativa da comunidade e de organizações não governamentais em cooperação com os governos local e regional em todas as etapas desde o início do projeto, ausência de indústria âncora⁶. Quando aos problemas encontrados nestes projetos cabe destacar a falta de interesse de algumas indústrias em investir no desenvolvimento de sinergias de resíduos, por considerá-las arriscadas e a falta de confiança de algumas indústrias na continuidade do suporte oferecido pelo governo local.

Dentre as iniciativas de PIEs existentes nos Estados Unidos (em desenvolvimento e em operação), este estudo selecionou 26 iniciativas para serem caracterizados. Estes 26 PIEs e suas principais características estão apresentadas no Anexo 2. Ao analisar-se a tabela existente no anexo, percebe-se que a maior parte dos projetos estão sendo conduzidos por iniciativa do setor público em parceria com o setor privado, e quase sempre com a participação da universidade ou de alguma instituição de pesquisa. A comunidade local também vem sendo parceira em muitas destas iniciativas. Quanto à classificação por tipologia de PIE, percebe-se que a maior parte dos PIEs americanos estão sendo implementados em *brownfields* (16 *brownfields* x 10 *greenfields*), são co-localizados (17 co-localizados x 9 virtuais), quanto a estarem em desenvolvimento ou em operação, o número se equivale. Quanto ao financiamento, a maior parte dos projetos esta sendo financiado pelo setor público em parceria com o setor privado.

b. Canadá

O desenvolvimento de PIEs no Canadá teve origem no interesse de universidades como a Universidade de Dalhousie - Nova Escócia e a Universidade de Toronto no tema, tendo atraído mais tarde a atenção dos setores público e privado (Peck, 2002). Um workshop realizado em Toronto, em 1994, com o objetivo de introduzir o tema a membros das indústrias e do governo, resultou no desenvolvimento de alguns projetos pilotos.

⁶ Indústria âncora pode ser definida como uma empresa motriz, ou seja, aquela que é inserida no PIE com o objetivo de atrair outras indústrias para o PIE, aquela que direciona as indústrias a determinado comportamento e padrão de capacitação e qualidade.

O principal projeto desenvolvido no Canadá, conduzido pela Universidade de Dalhousie, tem por objetivo transformar o parque industrial de Burnside, Halifax, Nova Escócia em um PIE. No intuito de demonstrar a viabilidade dos PIEs, a universidade em parceria com as indústrias locais simularam e implementaram algumas possíveis sinergias de resíduos entre as indústrias. Maior PIEs canadense e a primeira experiência no Canadá em transformar um parque industrial em operação em um PIE, o PIE de Burnside, foi selecionado para se apresentado com mais detalhes neste estudo.

Em outro projeto canadense, Bruce Energy Center, Ontário, o excesso de vapor da Estação Nuclear de Bruce vem sendo utilizado como fonte de energia por algumas indústrias co-localizadas. Este vapor está sendo utilizado em processos de desidratação, concentração, destilação e aquecimento de ambientes (<http://www.cein.ca/cein/whatsein.html>). Quatro das indústrias do parque utilizam também os resíduos agrícolas de fazendas próximas. Em outras localidades, como em Sarnia, Ontário, a SI vem sendo implementada entre uma refinaria de petróleo, uma fábrica de borracha sintética, uma indústria petroquímica e uma estação de geração de energia (Rosenthal & McGalliard, 1998).

As indústrias canadenses vêem nos PIEs uma possibilidade de aumentar sua inserção no mercado, melhorar sua competitividade, aumentar o lucro, aumento no bem estar da comunidade e preservar o meio ambiente (Rosenthal & McGalliard, 1998). Atualmente três agencias do governo federal canadense estão envolvidas no desenvolvimento de PIES: *Environment Canada, Industry Canada, and Natural Resources Canada*. Um estudo desenvolvido por estas três agências identificou quarenta parques industriais com possibilidade de convergirem para PIE (Peck, 2003).

O PIE de Burnside, Halifax, Nova Scotia

O projeto do PIE de Burnside, municipalidade de Halifax, Nova Escócia, envolve uma parceria entre a municipalidade e a *School for Resource and Environmental Studies*, da Universidade de Dalhousie. Este distrito industrial, em operação, possui um total de 1.200 pequenas e médias indústrias e emprega 18.000 pessoas. Algumas das tipologias industriais presentes em Burnside são: 36 indústrias de impressão, 21 indústrias de

pintura, 19 indústrias químicas, 20 indústrias de informática, 32 mecânicas de automóveis, 17 indústrias de processamento de metais, além de indústrias de processamento de alimentos, serviços de saúde, telecomunicações, construção, revenda e logística (Peck, 2003).

O PIE de Burnside, assim como a maioria dos parques industriais canadenses, é operado pelo governo municipal, através da secretaria de desenvolvimento econômico.

Segundo Peck (2003), a principal meta de desenvolvimento do PIE de Burnside é o desenvolvimento de parcerias que promovam através de uma gestão ambiental mais cooperativa, sinergias de resíduos entre as indústrias, resultando na redução dos resíduos dispostos e em um melhor desempenho econômico e ambiental.

Alguns dos elementos que estão sendo implementadas em Burnside são (<http://www.cein.ca/cein/projects.html>):

- ↳ Criação de um centro de eco-eficiência, uma parceria envolvendo a universidade de Dalhousie, a Central Elétrica Nova Escócia, Inc., a Agência de Meio Ambiente de Nova Escócia e a municipalidade regional de Halifax, com o objetivo de promover sinergias entre as indústrias, servir como uma fonte de divulgação de informações e desenvolver programas de educação e treinamento entre as indústrias em relação a possíveis estratégias que possam viabilizar o desenvolvimento de um ecossistema industrial em Burnside.
- ↳ Criação do programa de eco-empresa (*eco-business program*), implementado através de um código de excelência ambiental, tendo por objetivo reduzir os impactos ambientais das atividades industriais e aumentar os ganhos econômicos das indústrias parceiras.
- ↳ Sinergia de resíduos, principalmente resíduos de embalagens (papel, plástico e metal).
- ↳ Adoção dos três “R” da sustentabilidade: reuso, re-manufatura e reciclagem com o objetivo de atrair novas indústrias para o PIE.

Segundo Lambert & Boons (2002), o principal resíduo gerado em Burnside, em termos de volume são as embalagens. Atualmente, existe uma proposta em andamento para implantar um sistema coletivo de processamento destas embalagens. Lambert & Boons

(2002) apontam que apesar de Burnside ser uma das primeiras iniciativas de PIE no Canadá, os resultados ainda são modestos. Estes incluem o estabelecimento do Centro de Produção Limpa (*Eco Efficiency Center*) e alguns regulamentos voltados a direcionar o desempenho ambiental de algumas indústrias. O Centro de Produção Limpa implementou em 1999 o Programa Eco-Empresa (*Eco-Business Program*) implementado através de um código de excelência ambiental, tendo por objetivo reduzir os impactos ambientais das atividades industriais e aumentar a lucratividade das indústrias participantes (Lambert & Boons, 2002). Em 2001 o Centro de Produção Mais Limpa começou a desenvolver sinergias com indústrias localizadas na região de Halifax e em 2002 com indústrias de outras regiões (<http://www.cein.ca/cein/projects.html>). Um dos maiores problemas enfrentados por Burnside é a obtenção de dados que viabilizem o desenvolvimento de um inventário de resíduos, para permitir o desenvolvimento de possíveis sinergias. Este projeto continua em andamento (<http://www.cein.ca/cein/projects.html>).

Em relação a outras iniciativas de PIEs existentes no Canadá (em desenvolvimento e em operação), este estudo selecionou 7 iniciativas para serem caracterizadas. Estes 7 PIEs e suas principais características estão apresentadas no Anexo 2. Ao analisar-se a tabela existente no anexo, percebe-se que na maior parte dos projetos a agência de proteção ambiental tem atuado como parceira. Quanto à participação da universidade, esta está presente somente em Burnside. A comunidade local não tem atuado como parceira nas iniciativas apresentadas. Quanto à classificação por tipologia de PIE, percebe-se que a maior parte dos PIEs canadenses estão sendo implementados em *brownfields* (7), são co-localizados (6), a exceção de Varennes, em Montreal e estão em operação (7). Quanto ao financiamento, a maior parte dos projetos esta sendo financiado pelo setor privado (4). Em Burnside, a universidade de Dalhousie atua como parceira com o setor público e a agência ambiental local.

c. Outras Iniciativas

Ainda em relação à América do Norte, no México, o Conselho de Desenvolvimento Sustentável do Golfo do México (BCSD-GM) lançou um projeto piloto de Sinergia de Resíduos em Tampico (*By-Product Synergy Project*) envolvendo um grupo de 21

indústrias: 7 indústrias químicas, 6 de plásticos, 2 de minerais, 2 metalúrgicas e 4 diversas. Este projeto tinha por objetivo promover a troca de resíduos entre as indústrias, maximizando o uso de materiais que de outra forma seriam tratados como resíduos. Este projeto, realizado em 5 etapas, resultou na identificação de 63 possíveis sinergias, cabendo destacar: solado de borracha, butadieno, tambores e barris com resíduos químicos, manta de proteção para telhados, ácido hidro-clorídrico, CO₂ recuperado, reabilitação de polímeros com nitrogênio, cloreto de ferro e fibra de vidro (BCSD, 1999).

O projeto piloto de Tampico foi replicado em algumas localidades norte americanas: Calgary, Alberta; Montreal, Quebec; Dallas, Texas; Monterrey, México e Golden Horseshoe, Ontário.

2.3.3. Europa

Assim como nos países da América do Norte, na Europa o interesse em desenvolver PIEs como ferramenta para promoção de um desenvolvimento mais sustentável é uma realidade presente para os setores público (governos local, regional e nacional) e privado (Heeres et al, 2004). Três países foram selecionados para ilustrar o desenvolvimento de PIEs na Europa: Dinamarca, Holanda e França. Além dos três países exemplificados, o anexo 2 apresenta de forma sintética a listagem de outras iniciativas de PIEs desenvolvidos em toda a Europa. Por esta listagem, percebe-se que a maior parte dos PIEs são desenvolvidos em *brownfields*, são co-localizados, estão em operação e são desenvolvidos em parceria do setor público com o setor privado.

a. Dinamarca: O Ecossistema Industrial de Kalundborg

O PIE Kalundborg, Dinamarca, exemplo clássico de simbiose industrial mais comentado na literatura internacional como modelo a ser seguido por outros países, começou a desenvolver-se em 1970 quando cinco indústrias em cooperação com o governo local (municipalidade), tentando reduzir os custos operacionais e atender a legislação ambiental buscaram encontrar uma solução para a questão do gerenciamento

de resíduos industriais e obter um melhor aproveitamento da água utilizada pelas indústrias e pela municipalidade. As principais indústrias de Kalundborg são: Asnaes (termelétrica), Gyproc (placas de gesso), Novo Nordisk (farmacêutica e biotecnologia, fabricante de insulina), A-S Biotechnisk Jordrens (bio-remediação do solo), Statoil (refinaria de petróleo) e o município de Kalundborg.

Apesar de ser considerada como o primeiro exemplo mundial de SI, na visão de Desrochers (2000), Kalundborg é apenas uma ilustração contemporânea de como a SI sempre existiu na história da humanidade, um exemplo de planejamento regional onde as empresas permutam e reutilizam resíduos, energia e água.

Segundo Rosenthal & Côté (1998) alguns fatores contribuíram para o desenvolvimento de Kalundborg: o *mix* correto de indústrias, a proximidade geográfica, a integração pré-existente entre as indústrias, a demanda por um desenvolvimento mais sustentável, os acordos comerciais, a cooperação voluntária entre os atores e o incentivo das autoridades governamentais locais. A Tabela 5 apresenta as principais características da SI de Kalundborg.

Tabela 5: Características de Simbiose Industrial de Kalundborg

Características da simbiose industrial de Kalundborg:
• A permuta de resíduos resultou em vantagens econômicas para todas as indústrias.
• Re-utilização de resíduos, energia e água.
• Redução no consumo de recursos naturais (água, óleo, carvão, gesso, fertilizantes).
• Redução dos impactos ambientais (redução na emissão de CO ₂ e de SO ₂ , na disposição de resíduos)
• Utilização mais eficiente das fontes de energia (co-geração de energia).

Fonte: Lambert & Boons, 2002

Os principais resíduos permutados por estas indústrias são: carvão, enxofre, gesso, lodo e óleos da estação de tratamento de efluentes, resultando na redução do consumo de matéria prima e dos impactos ambientais da atividade industrial, além dos ganhos econômicos (Lambert & Evans, 2002).

A Tabela 6 apresenta os resultados em termos de economia dos recursos naturais e o resultado contábil de Kalundborg.

Tabela 6: Kalundborg. - Economia dos Recursos Naturais e Contábeis

Economia de Recursos Naturais por Ano	
Redução no Consumo de Recursos	
Óleo	19.000 toneladas
Carvão	30.000 toneladas
Água	600.000 metros cúbicos
Redução nas Emissões de Gases	
Dióxido de Carbono (CO ₂)	130.000 toneladas – redução de 3%
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	25.000 toneladas – redução de 58%
Reutilização de Resíduos	
Carvão	135 toneladas
Enxofre	2.800 toneladas
Gesso	80.000 toneladas
Lodo	800.000 toneladas
Resultado Contábil	
Investimento Total	US\$ 60 milhões
Receita Anual	US\$ 10 milhões
Retorno	5 anos
Receita acumulada	120 milhões

Fonte: Gertler, 1995

Para que a simbiose desenvolvida em Kalundborg possa ser desenvolvida em outros parques industriais, algumas condições devem ser satisfeitas (Gertler, 1995; Lowe, 2001):

- ☞ Diversidade das tipologias industriais. O mix ideal de indústrias é uma pré-condição para a SI, aumentando a possibilidade de permutas de resíduos. Os resíduos de uma indústria devem se adequar às necessidades de outras indústrias (resíduos da indústria A = matéria-prima da indústria B).
- ☞ Negociações entre parceiros locais aumentam a efetividade do processo. A proximidade social foi determinante em Kalundborg, onde os funcionários das indústrias, do diretor ao empregado, compartilham o mesmo ambiente (cidade, escolas, clubes, igrejas, shopping, meios de comunicação). Assim, os ganhos ambientais, econômicos e sociais são compartilhados por todos.
- ☞ A participação e colaboração da agência ambiental. Esta participação foi importante para auxiliar as indústrias no cumprimento da legislação. A existência de legislação ambiental mais restritiva contribuiu para o desenvolvimento de sinergias e para a adoção de tecnologias de controle da poluição.
- ☞ O porte das indústrias parceiras, capacidade de produção, geração e consumo, deve ser compatível com as sinergias negociadas.

- ↳ Proximidade física entre as indústrias. O custo e os riscos associados ao transporte podem ser significativos. Quanto maior à distância, maior o custo associado à instalação de dutos, maior o consumo de energia e combustível para transportar os resíduos.
- ↳ As indústrias devem desenvolver um relacionamento baseado na cooperação, integração, formação de parcerias, comunicação e sobretudo, confiabilidade. Os acordos em Kalundborg foram feitos de forma bilateral - gerador x consumidor.

b. Holanda

Existem atualmente na Holanda 62 PIEs, ou como são denominados “*eco-parks*” (Pellenbarg, 2002). O conceito de PIEs foi introduzido na Holanda em 1998 pelo Ministério da Economia (*Dutch Ministry of Economic Affairs*) no documento intitulado *Memorandum Sustainable Business Sites* que os definiu como “uma forma de cooperação entre indústrias, e entre estas e o governo, tendo por objetivo melhorar o desempenho ambiental das indústrias e ao mesmo tempo reduzir os impactos ao meio ambiente e garantir um uso mais eficiente dos recursos naturais” (Pellenbarg, 2002)⁷. A parceria e cooperação entre as indústrias e entre estas e o setor o governo é mencionada como fator base de um PIE. Segundo Pellenbarg (2002), o governo holandês disponibilizou a época U\$ 3.500.000,00 para o desenvolvimento de PIEs, tanto em *greenfields* quanto para a transformação de distritos industriais em operação em PIEs.

Em 2004, Heeres et al realizaram um estudo analisando o desenvolvimento dos PIEs na Holanda, com foco em três iniciativas implementadas neste país: Industrial Ecosystem Project (INES-1994), Rietvelden/Vutter (RiVu-1996) e Moerdijk (1998). Os dois primeiros foram selecionados por serem os mais antigos distritos industriais da Holanda e Moerdijk por estar na etapa inicial de planejamento. Todos estão sendo implementados em *brownfields*.

⁷ Anteriormente a este Memorando,(1998) outro Memorando intitulado “Economia e Meio Ambiente” abordou a necessidade de um crescimento econômico que não deteriorasse o meio ambiente, ou seja, crescimento econômico, maior geração de empregos associada a não deterioração do meio ambiente (Pellenbard, 2002).

Segundo Heeres et al. (2004), nestes três projetos são atribuídos o mesmo grau de importância aos fatores ambiental, econômico e social. Todos os projetos foram desenvolvidos visando melhorar o desempenho econômico e ambiental das empresas, tendo sido implementados por iniciativa das associações das indústrias dos distritos industriais. A participação ativa da comunidade e de organizações não governamentais não é encorajada no Holanda. A comunidade não é incentivada a participar do processo desenvolvimento dos PIEs, somente os atores diretamente envolvidos (indústrias, governo, agências e universidade).

Nos três projetos, a sinergia de resíduos, a eficiência energética e o reuso de água entre indústrias não foram considerados na fase inicial de planejamento. Priorizou-se a implementação de práticas de prevenção da poluição e o intercâmbio de serviços e instalações de uso comuns às indústrias (estação de tratamento de efluentes, central de armazenamento de matéria prima, central de reciclagem de resíduos). Segundo o estudo realizado por Heeres et al. (2004) estas iniciativas foram selecionadas por apresentarem um menor risco e um retorno econômico e ambiental mais rápidos.

O estudo destacou como característica comum às três iniciativas, que permitiram seu sucesso, a participação ativa das indústrias e a presença das associações das indústrias em todas as etapas do projeto. Os primeiros, visando uma melhoria no seu desempenho econômico e ambiental, investiram seu tempo, recursos financeiros e outros recursos no projeto. Quanto aos segundos, contribuíram para divulgar e informar aos atores envolvidos os benefícios e vantagens dos PIES, atuando também como mediadores entre as indústrias. Outras características comuns apresentadas foram o projeto ser financiado pelo governo em parceria com as indústrias e a ausência de uma indústria âncora. A indústria âncora pode ser definida como uma empresa motriz, ou seja, aquela que é inserida no PIE com o objetivo de atrair outras indústrias para o PIE, aquela que direciona as indústrias a determinado comportamento e padrão de capacitação e qualidade. (Chertow, 2000).

c. França

Na França, uma empresa de consultoria, representando os setores público e privado propôs o “*Programme d’actions labelise pour la maîtrise de l’environnement*” (PALME). PALME tornou-se o rótulo (*eco-label*) dos PIEs na França, porém com algumas características distintas. O enfoque principal do programa PALME é a gestão ambiental cooperativa (Rosenthal & Côté, 1998).

Alguns dos elementos sugeridos pela iniciativa PALME para implementar PIEs são (Rosenthal & Côté, 1998):

1. Estudo de alternativas locais para o empreendimento, considerando os aspectos econômico, ambiental e social.
2. Preparar o estudo prévio de impacto ambiental.
3. Definir os elementos de planejamento urbano e arquitetônico sustentáveis.
4. Assegurar o cumprimento dos regulamentos e legislações ambientais.
5. Implementar um plano de ação para manter ou restabelecer o equilíbrio do ecossistema local.
6. Implementar um programa comunitário de informação e conservação do meio-ambiente.
7. Incentivar o uso de tecnologias mais limpas.
8. Estabelecer um plano de gestão de resíduos industriais.
9. Estabelecer um plano de gestão de efluentes industriais.
10. Estabelecer um plano de gestão para as águas pluviais.
11. Auxiliar as indústrias na seleção de materiais de construção, na seleção de máquinas e equipamentos, com o objetivo de reduzir o consumo de materiais não renováveis e prevenir a poluição gerada.
12. Monitorar a qualidade do ar, da água e a poluição sonora.
13. Estabelecer um plano de gestão de energia.
14. Incentivar o uso de fontes alternativas de energia.

15. Estabelecer um mecanismo de parceria com o setor público local
16. Estabelecer uma unidade de gestão para coordenar e monitorar as iniciativas acima.

Já existem na França dois PIEs operando sob a iniciativa do programa PALME e alguns outros estão sendo desenvolvidos, como Sophia Esterel (Riviera), Châlon sur Saône, Zone Landacre (Boulogne), Eco-Normandie and Parc Naturel Regional du Luberon (Rosenthal & Côté, 1998).

2.3.3. Ásia

Nas duas últimas décadas a economia asiática apresentou um rápido crescimento (Chiu, Yong, 2004). Em alguns países, a rápida urbanização e crescimento industrial resultaram em um aumento nos danos ao meio ambiente e na demanda por recursos naturais, sendo uma barreira para uma melhor qualidade de vida da comunidade e para a conservação e proteção ao meio ambiente (Geng & Côté, 2003).

Neste continente existem em torno de 4.000 distritos industriais em operação, aumentando assim a probabilidade de ocorrência de danos ao meio ambiente (Chiu, 2001). Em busca de um instrumento de planejamento que possibilite um desenvolvimento mais sustentável, alguns países como China, Tailândia, Coréia, Filipinas, Indonésia, Malásia, Japão, Vietnam, Singapura e Sri Lanka estão implementando os PIEs (Chiu, 2001).

Chiu (2001) apresenta algumas das características que motivaram a formação de PIEs na Ásia: aumento da consciência ambiental, incentivo e conscientização pública a prática da reciclagem e ao reuso de resíduos, conformidade com a legislação ambiental, possibilidade de obter maior vantagem competitiva no mercado global, acesso a novos mercados, construção de uma imagem corporativa sustentável, desenvolvimento de negócios ecos-sustentáveis (*eco business*).

a. China

A China, a maior economia mundial em desenvolvimento, tem apresentado nas últimas décadas um rápido processo de industrialização (Geng & Côté, 2003). Este processo resultou na degradação dos recursos naturais, de importantes ecossistemas e em uma forte poluição, que se expandiu além de suas fronteiras.

A Agência de Proteção Ambiental Chinesa (*State Environmental Protection Administration of China - SEPA*) identificou nos PIEs um instrumento capaz de fomentar um desenvolvimento mais sustentável na China. Segundo Lowe (2005) o desenvolvimento de PIEs na China, assim como em outros países asiáticos, apresenta dois grandes desafios. Em primeiro lugar a dominância do setor público em relação ao setor privado nas etapas de planejamento e de projeto dos PIEs e a ineficácia dos mecanismos de gestão de projetos adotados, voltados para técnicas que não são mais adotadas atualmente.

A partir de 1999, o Centro de Ecologia Industrial chinês (*Chinese Center for Industrial Ecology*) lançou três iniciativas de PIEs. O primeiro deles, o PIE de Zaozhuang, localizado no Norte da China, tem por objetivo transformar um distrito industrial em operação em um PIE. Este distrito industrial possui como indústrias âncoras uma termoelétrica e uma cimenteira. As outras tipologias indústrias presentes são: carpetes, refrigerante, cerâmica, e indústrias químicas. Uma estação de tratamento de efluentes e uma área residencial estão localizadas em suas proximidades. Um estudo realizado por Chen, Li, Shen e Hu (2001) demonstrou que em comparação com um distrito industrial, estima-se que o PIE de Zaozhuang vá obter uma redução do consumo de água da ordem de 40%, de dióxido de enxofre de 17% e da emissão de dióxido de carbono de 13%.

O segundo projeto, o PIE de Quzhou, localizado no leste da China, é um distrito industrial onde se localizam diversas indústrias químicas. O objetivo desta iniciativa é construir uma rede de sinergias de materiais entre estas indústrias (Chen, Li, Shen e Hu, 2001). O terceiro projeto, o PIE de Nanhai, localizado no Sul da China, de forma distinta dos demais, tem por objetivo desenvolver um PIE em um *greenfield*. O projeto, em fase inicial de planejamento, busca identificar um possível mix de tipologias industriais que possibilite a permuta dos resíduos, além do desenvolvimento de

sinergias de serviços e o uso compartilhado de algumas instalações. Está sendo considerada também a possibilidade de co-geração de energia e a prática do reuso de água, além da possibilidade de desenvolver simultaneamente uma rede externa que permita a permuta de resíduos com indústrias da região (PIE virtual) (Chen, Li, Shen and Hu, 2001).

b. Tailândia

Na Tailândia, a autoridade industrial (*Industrial Estate Authority of Thailand (IEAT)*) implementou no ano de 2000 uma iniciativa com o apoio da agência técnica de cooperação Alemã GTZ (*German Technical Cooperation Agency - GTZ*) com o objetivo de introduzir os princípios dos PIEs nas políticas nacionais. O objetivo central desta iniciativa é transformar os 29 distritos industriais existentes no país em PIEs (Chavanick, 2001). Inicialmente, cinco distritos industriais foram selecionados como projetos piloto: Map Ta Phut (indústrias petroquímicas), Eastern Seaboard (indústrias automotivas e eletrônicas), Amata Nakorn (indústrias automotivas e eletrônicas) e Bang Poo e Northern Region (ambos com diversas tipologias industriais) (Chavanick, 2001).

c. Coréia do Sul

Na Coréia do Sul, sob liderança do Centro Nacional de Produção Mais Limpa (*Korean National Cleaner Production Center*), seis distritos industriais foram selecionados como projeto piloto para transformarem-se em PIEs (Lowe, 2005). Segundo Lowe (2005), a Coréia do Sul possui no total 504 distritos industriais, sendo que 35 destes distritos ocupam 2/3 da área total destes distritos (área total = a 66.635 hectares). Os seis distritos industriais selecionados como projetos piloto estão apresentados no Anexo 2. As seis iniciativas sul-coreanas apresentadas ainda estão na fase inicial de planejamento.

d. Índia

Na Índia, os distritos industriais possuem um papel significativo na economia ao mesmo tempo em que representam uma importante fonte de degradação do meio ambiente. O governo indiano reconheceu nos PIEs uma possível solução para minimizar a degradação ambiental, e conseqüentemente reduzir os resíduos dispostos inadequadamente e a poluição no país.

Segundo Singhal, Kapur (2002) a grande maioria das indústrias localizadas nos distritos industriais são pequenas e médias, possuindo uma grande variedade de resíduos, porém em pequenas quantidades, dificultando seu reuso e reciclagem.

Como exemplo, o distrito industrial de Naroda localizado na região noroeste da Índia, adotou os princípios da EI no intuito de tentar solucionar os problemas relacionados à gestão inadequada dos resíduos. As principais tipologias industriais envolvidas são: indústria química, farmacêutica, tintas, construção, têxtil, alimentos e outros (von Hauff, Wirtsch.-Ing, Wilderer, 2000). A grande variedade de tipologias industriais existentes em Naroda possibilita o desenvolvimento de sinergias de resíduos. Para isso, um questionário foi enviado a 495 em um total de 900 indústrias da região, das quais 477 responderam, ou seja, um retorno de 96%. Os resultados do questionário sugeriram que uma grande variedade de resíduos é gerada, predominantemente: lodo contendo ferro, ácido sulfúrico, gesso, cinzas, resíduo biológico degradável, etc. Os resíduos foram classificados como os que possuem valor comercial dos que não possuem. Com base nos resultados da pesquisa foi realizado um inventário dos resíduos gerados de forma a permitir o desenvolvimento futuro de permutas destes resíduos. Um boletim informativo foi também desenvolvido, com o objetivo de estimular a cooperação e parceria entre as indústrias e o desenvolvimento de práticas ambientais. Um Centro de Produção Mais Limpa e um Centro de Educação Ambiental foram também estabelecidos (Patel, Modi, Patwari, Wilderer, 2003).

e. Japão

No Japão, a indústria e a sociedade japonesa buscando, na última década, libertar-se de um passado onde as atividades econômicas causaram degradação ambiental e exaustão dos recursos, viram-se obrigadas a modificar seu sistema de produção. Os líderes governamentais japoneses reconheceram no PIE uma possibilidade de atingir o desenvolvimento sustentável e incentivaram algumas iniciativas no país. Apesar de o termo PIE não ser muito difundido no Japão, estima-se que existam sessenta PIEs operando ou em desenvolvimento (Morikawa, 2000).

Segundo Morikawa (2000), alguns fatores influenciaram a implantação de PIEs no Japão ambiental, político, econômico, social, geográfico e demográfico.

Fator Ambiental:

- ↳ A Questão do Resíduo: O Japão produz anualmente 450 milhões de toneladas de resíduos dos quais 400 milhões de toneladas provêm do setor industrial. Sessenta por cento (60%) deste resíduo é incinerado ou depositado no solo. Como o Japão é um país predominantemente montanhoso, estima-se que a capacidade do solo para deposição dos resíduos seja extinta nos próximos 6 –7 anos. O alto custo de renovação do solo resultou no desenvolvimento de tecnologias e práticas para o gerenciamento dos resíduos.
- ↳ Recursos naturais limitados: O consumo anual de recursos naturais é de 1.950 milhões de ton/ano, dos quais 700 milhões/ton são importados. Existe uma preocupação quanto ao aumento da escassez destes recursos e quanto ao aumento do custo para deposição dos resíduos.
- ↳ Poluição do ar e emissão de CO₂: 90% da emissão de dióxido de carbono no Japão provêm da incineração dos resíduos. O governo estabeleceu uma meta à redução dos resíduos em 50% até 2010.

Fator Político:

- ↳ Governo como principal acionista: promoção de programas ambientais como o Programa de Cidade Ecológicas (*Eco-Town Program*) e o desenvolvimento de PIEs.
- ↳ Legislação de gerenciamento de resíduos: motivou as indústrias a desenvolverem novas práticas de gerenciamento de resíduos e de reciclagem de materiais.
- ↳ ZERI: programa implementado pelas indústrias do setor público e do setor privado.

Fator Econômico:

- ↳ Incentivos Econômicos e Competitividade: As indústrias se conscientizaram que o aumento da eficiência no consumo dos recursos naturais e a redução de resíduos e das emissões podem resultar em vantagens econômicas, ambientais e sociais.

Fatores Sociais, Geográficos e Demográficos

- ↳ Proximidade Física: alta densidade populacional e proximidade geográfica.
- ↳ Aumento da Consciência da População quanto à questão ambiental.

O principal PIE no Japão, foi implementado pela Corporação EBARA com o apoio da Iniciativa de Pesquisa em Emissões Zero (ZERI).

O PIE de Fujisawa , Japão.

Principal PIE implementado no Japão, o PIE de Fujisawa foi desenvolvido pela corporação EBARA. A corporação EBARA é uma empresa japonesa de alta tecnologia industrial que produz aparelhos eletrônicos de alta precisão e equipamentos ambientais (bombas de alta precisão, turbinas, refrigeradores, aparelhos de ar condicionado, sistemas de tratamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos). Conscientizando-se que o aumento na eficiência do consumo dos recursos naturais e a redução da produção de resíduos poderia resultar em vantagens para a empresa, a EBARA adotou como meta à emissão zero de resíduos (ZERI). A primeira medida adotada foi a de transformar a planta de Fujisawa em um PIE.

O PIE de Fujisawa integra residências, instalações comerciais, áreas agrícolas, áreas naturais, serviços públicos e de infra-estrutura e várias indústrias, aonde novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas em busca de atingir um desenvolvimento mais sustentável. O projeto é resultado de um esforço integrado entre a empresa e a comunidade, cujo objetivo principal é de atingir o nível zero de resíduos ao mesmo tempo em que demonstrar a efetividade de novas tecnologias ambientais. Como resultado, a organização teve sua imagem melhorada, um aumento na sua inserção no mercado nacional e internacional, um melhor desempenho ambiental, social e econômico (Morikawa, 2000).

Para atingir o nível zero de resíduos, novas tecnologias de conversão de resíduos foram desenvolvidas e a infra-estrutura do PIE foi planejada, criando-se um circuito fechado onde todos os resíduos são reciclados e reutilizados. Ao centro deste circuito localizam-se as plantas de purificação de água, de tratamento de esgoto e de geração de energia. O projeto foi inteiramente financiado pela corporação EBARA. Estima-se que as novas tecnologias resultarão na redução do consumo de energia na ordem de 40%, no consumo de água de 30%, na deposição de resíduos de 95% e na emissão de dióxido de carbono de 30%, quando comparados a um parque industrial tradicional (Morikawa, 2000).

Algumas das iniciativas de PIEs que estão sendo desenvolvidas na Ásia estão apresentadas no Anexo 2. Ao analisar-se a tabela existente no anexo, percebe-se que, quanto à classificação por tipologia de PIE, os PIEs asiáticos estão sendo implementados tanto em *brownfields* (5), quanto em *greenfields* (5), a maior parte são co-localizados (8), parte esta em operação (7) e parte em desenvolvimento (5).

2.3.4. América do Sul e Central

Assim como nos demais continentes, na América do Sul e Central, particularmente na Colômbia e em Porto Rico o desenvolvimento de PIEs vem sendo considerado pelas autoridades e pela comunidade como um instrumento efetivo para promoção de um desenvolvimento mais sustentável (Arroyo, 2004). Nestes países, os projetos para

desenvolvimento de PIEs são iniciados pelo setor público em cooperação com as indústrias e com as universidades.

a. Colômbia

Na Colômbia, o conceito de PIEs foi introduzido em 1997, como uma possível alternativa para remodelar o arranjo industrial e promover o desenvolvimento sustentável. Em 2000, foi estabelecido o Decreto nº. 619 estabelecendo o Plano de Zoneamento Territorial de Bogotá. Como resultado, foi realizado em 2001 o estudo de viabilidade para desenvolvimento do primeiro PIE colombiano: PIE de ASCORPO, em fase de construção (*Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Colômbia - DAMA, 2004*).

O Plano de Zoneamento Territorial de Bogotá resultou no desenvolvimento de três outros PIEs: Puente Aranda, San Benito e Meandro del Say. A idéia central estava em desenvolver três modelos distintos de PIEs como projetos piloto. Para integrar um destes PIEs as indústrias deveriam atender a certos quesitos definidos pelo DAMA, tais como: transformar e adequar quando necessário suas instalações e processo produtivo, desenvolver um plano de ação, ter uma política voltada para um desenvolvimento mais sustentável e ter um gerente coordenador responsável por todo o PIE e por desenvolver um banco de dados dos resíduos gerados pelas indústrias do PIE.

Além disso, cada indústria deveria desenvolver indicadores de desenvolvimento sustentável, realizar auditorias ambientais periódicas, possuir certificação ISO 14.001, desenvolver programas de capacitação e treinamento de pessoal, implementar práticas de arquitetura e construção sustentáveis e desenvolver programas sociais voltados à comunidade local, etc. O DAMA é responsável por verificar se todos estes pré-requisitos são atendidos. O objetivo central do governo colombiano é desenvolver um modelo de PIE que possa ser adotado em todo o parque industrial nacional. O desenvolvimento de PIEs é uma das estratégias de desenvolvimento do Plano de Gestão Ambiental Colombiano 2001-2009 (*DAMA, 2004*).

b. Porto Rico

Em Porto Rico, o condado de Arecibo, foi selecionado para a instalação do PIE de RENOVA. Este projeto tem por objetivo melhorar a gestão de 8.000 toneladas de resíduos gerados diariamente e dispostos em aterros (*land fields*) e a revitalização do setor agrícola, ao incorporar um cluster agrícola sustentável no PIE (Abuyuan, 2000).

Algumas das tipologias industriais que estão sendo consideradas para integrar o PIE de RENOVA são: fundição de metais, siderúrgica, cimenteira, fabricação de concreto, reciclagem de pneus e fabricação de papel. A indústria âncora selecionada foi uma usina de energia de lixo (*waste-to-energy facility*) que utilizaria todo o lixo gerado pela comunidade e pela atividade agrícola como matéria prima e combustível para gerar energia limpa (Abuyuan, 2000). Estima-se que as indústrias terão uma economia significativa no gasto com energia e que a quantidade de resíduos dispostos vai se aproximar à zero. Um estudo realizado por Ghani (2004) aponta que quanto em operação, o PIE de RENOVA vai processar 1/6 do lixo municipal de Porto Rico, enquanto que a energia gerada e os demais resíduos industriais serão utilizados pelas demais indústrias do PIE. Em 2004, o projeto encontrava-se na fase de licenciamento.

Arroyo (2004) desenvolveu um estudo analisando a possibilidade de implementar outros PIEs na região oeste de Porto Rico. Uma análise do fluxo de materiais das indústrias existentes e dos resíduos gerados nesta área foi desenvolvido e as estratégias necessárias para implementar os conceitos da EI foram identificadas. Este estudo demonstrou que Porto Rico possui as ferramentas necessárias para adotar os PIEs como um instrumento para fomentar o desenvolvimento econômico, para proteger o meio ambiente local, além de representar uma oportunidade para inserir Porto Rico nos mercados globais.

3. Panorama de Desenvolvimento de PIEs no Brasil

3.1. Caracterização da RMRJ

O crescimento econômico é almejado pelos países em desenvolvimento. Porém, a este crescimento, alcançado na maioria das vezes através da industrialização, é atribuído um grau de importância maior que a preservação do meio ambiente e a conservação dos recursos naturais. Assim, como para os países em desenvolvimento, a industrialização trouxe para o Estado do Rio de Janeiro (RJ) o crescimento econômico, porém, este crescimento está associado a diversas externalidades. Uma destas externalidades é a grande concentração industrial em algumas regiões, resultando em um aumento da concentração urbana, na contaminação e destruição do meio ambiente e em um alto nível de poluição do ar, água e solo (GTZ, 2000).

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) é a região do Estado onde a grande maioria destas indústrias está localizada. Esta região possui um total de 17 municípios⁸, uma área de 4.688,5 km², o que representa 11% da área do Estado (43.864,3 km²); uma população de 11.078.208, representando 74% da população estadual (14.961.513) e um PIB de R\$ 145 milhões, ou seja, 66% do PIB estadual (R\$ 220 milhões) (CIDE, 2005).

Segundo o estudo realizado pelo Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (CIDE, 2005), a RMRJ possui um total de 9.544 indústrias de transformação⁹, correspondendo a 65% das indústrias de transformação do Estado (14.684), conforme apresentado na tabela 7. Isto significa que 65% das indústrias do Estado do RJ estão localizadas em uma área correspondente a 11% do Estado¹⁰.

Tabela 7: Estabelecimentos Industriais por Classe

⁸ A RMRJ foi criada em 1974 pela Lei complementar estadual nº 20. Os 17 municípios que fazem parte atualmente da RMRJ são: Duque de Caxias, Itaboraí, Magé, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Rio de Janeiro, São Gonçalo, São João de Meriti, Belford Roxo, Mesquita, Japeri, Queimados, Guapemirim, Seropédica and Tanguá. (CIDE, 2005).

⁹ A indústria de transformação é composta pelas seguintes tipologias industriais: química, metalúrgica, farmacêutica, produtos alimentares, bebidas, material de transporte, gráfica, produtos de borracha, máquinas e equipamentos, indústrias diversas, produtos minerais não metálicos, artigos plásticos, equipamentos e materiais médicos, artigos de perfumaria têxtil, vestuário, material eletro eletrônico, madeira e mobiliário, papel e celulose, ourivesaria e bijuteria, indústria fonográfica e de calçados (CIDE, 2005).

	Estabelecimentos Industriais por Classe				
	Extrativa Mineral	Transformação	Serviços de Utilidade Pública	Construção	Total
Estado do RJ	522	14.684	373	6.208	21.787
RJMA	178	9.544	201	4.053	13.976

Fonte: Cide, 2005.

A alta concentração industrial em uma pequena região do Estado foi determinada por três fatores (COPPE/UFRJ/IBAM, 2000):

1. Centralização do escoamento da produção agrícola na cidade do Rio de Janeiro, que remonta ao período colonial;
2. O núcleo da RMRJ é constituído pela parte Leste da cidade do Rio de Janeiro, ligada à Baía de Guanabara e a seu sistema hidrográfico (suporte viário para a interiorização);
3. A RMRJ concentra grande parte das funções não residenciais, abrigo do centro metropolitano e sub-centros importantes de comércio e serviços.

Quanto às tipologias industriais presentes na RMRJ, predominam as indústrias químicas, 18% em comparação a 28% do Estado, e metalúrgica, 13%, em comparação a 24% do Estado. Os 69% restantes são distribuídos pelas demais tipologias industriais, em comparação a 48% do Estado (CIDE, 2005).

O Zoneamento Industrial da RMRJ foi definido em 1976, tendo sido regulamentado em 1981, pela Lei Estadual nº. 466. Esta lei visando regular a localização das atividades industriais, instituiu três categorias de zonas industriais: Zona de Uso Estritamente Industrial (ZEI), Zona de Uso Predominantemente Industrial (ZUPI) e Zona de Uso Diversificado (ZUD) (Magrini, Montez, 2002).

Atualmente existem na RMRJ 56 zonas industriais – 11 ZEIs e 45 ZUPIs, abrangendo uma área correspondente a 24.000 hectares. No estudo desenvolvido recentemente pelo consórcio COPPE/UFRJ/IBAM (2000) apresentou-se como diagnóstico destas 56 zonas que: 9 apresentam perspectivas de expansão industrial pois ainda não estão totalmente saturadas do ponto de vista industrial, urbanístico e/ou locacional; 17 não

¹⁰ O número e as características das classes e tipologias de indústrias presentes na RMRJ apresenta divergências significativas dependendo da fonte de obtenção de dados, em função dos critérios de levantamento e enquadramento utilizados pelos diferentes órgãos - FEEMA, FIRJAN, CIDE.

têm perspectiva de expansão e 30 tem perspectivas de expansão, mas condicionadas por aspectos ambientais, urbanísticos e/ou locacionais (Magrini, Montez, 2002).

Segundo Magrini e Montez (2002) somente 20% das indústrias da RMRJ estão localizadas nas zonas industriais demarcadas. Os 80% restantes estão localizados fora das zonas industriais demarcadas, muitas vezes em áreas definidas para outros usos, principalmente residencial, comprometendo o meio ambiente e o bem estar da população. Esse crescimento desordenado das atividades industriais (esvaziamento de algumas zonas e forte concentração em outras) pode ser atribuído à incapacidade das políticas públicas em vigor, à administração pública fragmentada e desconcentrada e a alta concentração populacional em áreas urbanas, características típicas das economias em desenvolvimento. Como resultado, a RMRJ está enfrentando sérios problemas ambientais que estão afetando não só a qualidade de vida da população, mas também inibindo o desenvolvimento socioeconômico da região.

Reverter o cenário atual é um processo de longo prazo. Magrini e Montez (2002) sugeriram que fosse verificada a possibilidade de complementaridades e sinergias entre as tipologias industriais existentes nas 9 zonas (8 ZUPIs e 1 ZEI) que apresentam perspectivas de expansão industrial e nas 30 zonas (21 ZUPIs e 9 ZEIs) que apresentam perspectivas de expansão condicionadas por aspectos ambientais, urbanísticos e/ou locacionais, considerando-se a possibilidade de transformar os distritos industriais existentes em PIEs. A diversidade de tipologias industriais existente nestas zonas facilitaria o desenvolvimento de sinergias.

Outro problema resultante da alta concentração industrial na RMRJ é o aumento da quantidade de resíduos gerados e dispostos inadequadamente, comprometendo o meio ambiente e a saúde da população. Em 2004, a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan) realizou uma pesquisa onde foi enviado um questionário para todas as indústrias do seu cadastro Industrial do Estado do Rio de Janeiro. O questionário foi respondido por 364 empresas, 9,4% de pequenas empresas (com menos de 100 empregados), 16,8% das grandes empresas (com mais de 100 empregados) e o restante médias empresas. Esta pesquisa revelou que, do universo pesquisado, 73% dessas indústrias separaram seus resíduos e 39% das indústrias já fazem algum uso dos seus resíduos.

O resultado revelou que as indústrias do Estado do Rio de Janeiro, vêm tentando gerenciar seus resíduos de forma sustentável, tanto ambientalmente, como economicamente, gerando receitas, empregos e renda. A pesquisa mostrou uma estimativa do potencial de comercialização de resíduos com valor de mercado que chega a mais de 200 milhões de reais por ano. Entre os benefícios de uma gestão eficaz de resíduos estão: a diminuição dos riscos ambientais, a redução dos custos operacionais, a melhoria do posicionamento no mercado, o aprendizado de práticas de gestão, experiência e tecnologia, a melhoria da imagem da empresa frente aos clientes e à sociedade e o maior acesso a financiamentos (Firjan, 2004).

A pesquisa apresentou também os problemas enfrentados pelas indústrias para gerir seus resíduos, entre estes cabe destacar:

- ↳ Falta de informações técnicas sobre como gerenciar os resíduos,
- ↳ Falta de espaço para armazenamento dos resíduos;
- ↳ Dificuldade para que as empresas coletoras venham recolher os resíduos. Estas empresas exigem um volume mínimo, devido aos custos operacionais;
- ↳ Informalidade do setor de reaproveitamento e gestão;
- ↳ Falta de incentivos para implantação de empresas de gestão de resíduo;
- ↳ Custos elevados;
- ↳ Ausência de uma legislação específica.

Em 2005, a ABRELPE (Associação das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais) realizou pelo terceiro ano consecutivo o relatório intitulado Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Este relatório destacou a quantidade de resíduos perigosos e não perigosos gerados pelas indústrias do Estado do RJ: 293.953 ton/ano e 5.768.562 ton/ano respectivamente, totalizando 6.062.515 ton/ano¹¹.

O quadro geral apresentado demonstra que o “cenário industrial” vivido pelo Estado do RJ está degradando não somente o meio ambiente físico, mas os fundamentos

¹¹ O estado do RJ, junto com os estados de São Paulo, Paraná e Minas Gerais nesta ordem são responsáveis pelas maiores quantidades de resíduos sólidos industriais gerados, no Brasil, isto pode ser atribuído ao porte dos respectivos distritos industriais (Abrelpe, 2005).

necessários para o desenvolvimento econômico e social do Estado. A questão é como proteger o meio ambiente, o bem estar e qualidade de vida da comunidade e ao mesmo tempo fomentar o desenvolvimento econômico.

Mesmo a longo prazo, a RMRJ necessita introduzir mudanças na sua estrutura industrial, reduzir os impactos ambientais gerados pelas indústrias, melhorar os padrões ambiental, social e econômico da região e promover as práticas do desenvolvimento sustentável. Conforme sugerido anteriormente, propõe-se o desenvolvimento de PIEs como possível solução. As possíveis alternativas a serem consideradas seriam a conversão dos distritos industriais em PIEs e/ou o planejamento de PIEs em terrenos verdes (*greenfield sites*) ou ainda o estabelecimento de zonas industriais tendo como princípios os preceitos da EI.

3.2. Gerenciamento de Resíduos Sólidos – Legislação

Antes de retomar a questão dos PIEs no Estado do RJ, cabe abordar sucintamente a questão dos resíduos sólidos e as leis e regulamentos que dispõe sobre resíduos a nível mundial, federal e estadual.

O crescimento populacional, a alteração do padrão de consumo, a urbanização e o rápido avanço tecnológico contribuíram para o aumento da quantidade e da diversidade dos resíduos provenientes dos setores industrial, residencial e dos demais setores. Em alguns países o desenvolvimento de novas tecnologias de gestão de resíduos não acompanhou, na mesma proporção, o aumento na quantidade gerada de resíduos. (*UNEP - United Nations Environment Program*).

Segundo a OECD (*Organization for Economic Cooperation and Development, 1999*), o aumento na quantidade de resíduos gerados pelos municípios de 1980 a 1995, em nível global, foi da ordem de 25%, passando de uma taxa de 410 kg per capita para 500 kg per capita. A UNEP estima que nos próximos dez anos, a quantidade de resíduos gerados nos países em desenvolvimento pode ainda dobrar. Algumas considerações podem ser feitas quanto à dimensão global da questão do aumento dos resíduos (OECD, 1999):

- ↳ População: até 2050 estima-se que a população mundial aumentará em 50%, sendo que 95% deste aumento deve ocorrer nos países em desenvolvimento.
- ↳ Consumo: os consumidores cada vez mais tendem a preferir produtos desenvolvidos com tecnologias mais limpas (*eco-friendly technologies*).
- ↳ Afluência: os maiores aumentos do PIB (produto interno bruto) devem ocorrer em países em desenvolvimento como Brasil, China, Índia e Indonésia.
- ↳ Tecnologia: maior nível de investimento industrial nos países periféricos.
- ↳ Impacto: estima-se que os resíduos gerados no mundo devem aumentar em cinco vezes até o ano de 2025.

Segundo Lemos (2001), mais de 400 milhões de toneladas de resíduos perigosos são gerados no mundo inteiro. Cerca de 10% deste total cruza as fronteiras entre países representando uma séria ameaça à saúde das pessoas e aos ecossistemas, causando contaminação das águas subterrâneas e outros tipos de poluição (Lemos, 2001).

Entre os acordos internacionais ratificados que abordam este tema, cabe destacar a Convenção da Basileia. Durante os anos 80, o endurecimento da legislação ambiental nos países industrializados provocou um dramático aumento no custo da disposição final de resíduos industriais nestes países. Como consequência, por razões econômicas, grande quantidade de resíduos tóxicos gerados nos países industrializados começou a ser transportada para disposição final em países em desenvolvimento e em países da antiga Europa Oriental, com ou sem conhecimento destes países.

Em 1988¹², 105 países e a Comunidade Européia assinaram a Convenção da Basileia para o Controle dos Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e sua disposição.

Os objetivos da Convenção da Basileia são (Lemos, 2001):

- ↳ Minimizar a geração de resíduos perigosos (quantidade e periculosidade);
- ↳ Controlar e reduzir movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos;
- ↳ Dispor os resíduos o mais próximo possível da fonte geradora;

¹² A Convenção da Basileia entrou em vigor em 1988. Em 2000, o número de países partes era de 136.

- ↳ Proibir o transporte de resíduos perigosos para países sem capacitação técnica, administrativa e legal para tratar os resíduos de forma ambientalmente adequada;
- ↳ Auxiliar os países em desenvolvimento e com economias em transição na gestão dos resíduos perigosos por eles gerados;
- ↳ Trocar informações e tecnologias relacionadas ao gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos perigosos.
- ↳ Promoção das metodologias de produção limpa e de tecnologias industriais mais limpas;
- ↳ Prevenção e monitoramento do tráfico ilegal de resíduos perigosos.

A Convenção trata também de duas categorias de resíduos que necessitam de atenção especial: resíduos coletados em residências e resíduos provenientes da incineração do lixo doméstico. Duas categorias de resíduos estão excluídas das competências da Convenção da Basileia: resíduos radioativos, que são tratados em outros acordos internacionais, como o Código de Prática no Movimento Transfronteiriço Internacional de Resíduos Radioativos da Agência Internacional de Energia Atômica e os resíduos das operações normais de navios, que são tratados por outros acordos internacionais, como a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL 73/78).

O Brasil ratificou a Convenção da Basileia através do Decreto Legislativo nº. 34 de 16/06/92, e através da Resolução CONAMA nº. 23 de 12/12/96 estabeleceu os mesmos critérios da Convenção para a importação e exportação de resíduos perigosos e para a classificação destes resíduos.

O governo federal, através da Resolução CONAMA¹³ nº 23 de 1996, proibiu a importação e a exportação de qualquer resíduo perigoso no território nacional. Somente os resíduos não inertes (resíduos de Classe II) podem ser importados para fins de

¹³ Entre as Resoluções CONAMA referentes a categorias específicas de resíduos, cabe destacar: CONAMA 09/1993 – gestão de óleo lubrificante usado; CONAMA 05/1993 e 283/2001 – tratamento e destinação final de resíduos de serviço de saúde; CONAMA 264/1999 – licenciamento de fornos de clínquer para co-processamento de resíduos; CONAMA 258/1999 – destinação de pneus; CONAMA 257/1999 - destinação de pilhas e baterias.

reciclagem ou reaproveitamento, mesmo assim, somente após autorização dos órgãos competentes.

Ainda no Brasil, a Lei nº 6.938, de 1981, instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). A PNMA tem por objetivo “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (art. 2º). Dentre os princípios desta Lei, podemos destacar o controle das atividades potencial ou efetivamente poluidoras (art. 2º, V)

Em 1988, foi editada a nova Constituição Federal (CF/88). Em seu artigo 23, incisos VI e VII a CF dispõem sobre a competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios para proteger o meio ambiente, combater a poluição em qualquer uma de suas formas e preservar as florestas, a fauna e a flora. No artigo 225 a CF atribui ao poder público “...controlar a produção, comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem riscos para a vida, qualidade de vida e o meio ambiente...” .

Em 1998, foi editada a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro, a chamada Lei de Crimes Ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Segundo dispõe o artigo 54 desta Lei, considera-se crime ambiental: “Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:...

§ 2º Se o crime: ...

- V - ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos: Pena - reclusão, de um a cinco anos.”

Em 1999 foi editado o Decreto nº 3.179, dispondo sobre as especificações das sanções penais e administrativas aplicáveis à condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Segundo o artigo 41, “Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora”, esta sujeito a multa de R\$ 1.000,00 (mil

reais) a R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais), ou multa diária. Estas multas são aplicadas após laudo técnico elaborado pelo órgão ambiental competente, identificando a dimensão do dano decorrente da infração. Entre as infrações ambientais, pode-se destacar: tornar uma área, urbana ou rural, imprópria para ocupação humana; lançar resíduos sólidos, líquidos ou gasosos ou detritos, óleos ou substâncias oleosas em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos; e deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível.

Quanto à gestão de resíduos sólidos, ainda não foi aprovada no Brasil a Política Nacional de Resíduos. A Resolução CONAMA 313 de 2002 instituiu o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais e estabeleceu os critérios para tratamento de determinados tipos de resíduos.

Segundo dispõe o artigo nº. 04, as indústrias das tipologias previstas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE, devem apresentar ao órgão ambiental as informações sobre geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos sólidos, de acordo com os Anexos de I, II e III da Resolução¹⁴. Estas mesmas tipologias industriais devem também registrar mensalmente e manter na unidade industrial os dados de geração e destinação dos resíduos gerados para efeito de obtenção dos dados para o Inventário Nacional dos Resíduos Industriais.

A padronização das informações e dados prevista nesta Resolução é fundamental para a realização de sinergias entre as indústrias, permitindo um maior controle sobre os resíduos gerados e dispostos.

Cabe destacar também a Lei nº. 10.650 de 2003, que dispõe sobre o acesso do público aos dados e informações ambientais existentes nos órgãos e entidades integrantes do SISNAMA, tais como: matéria ambiental, impacto ambiental, efluentes líquidos, efluentes gasosos, produção, resíduos sólidos, substâncias tóxicas, substâncias perigosas, diversidade biológica, organismos geneticamente modificados, órgãos

¹⁴ Anexo I - Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais e Informações e Instruções Gerais, formulário desenvolvido para a coleta de informações sobre os resíduos sólidos gerados em sua atividade industrial; Anexo II - Listagem de Resíduos Sólidos Industriais; Anexo III - Códigos para Armazenamento, Tratamento, Reutilização, Reciclagem e Disposição Final.

ambientais. Segundo dispõe o artigo 2º desta Lei, os órgãos e entidades da Administração Pública, direta, indireta e fundacional, integrantes do SISNAMA, ficam obrigados a permitir o acesso público aos documentos, expedientes e processos administrativos que tratem de matéria ambiental. Esta Lei facilita o acesso aos dados de geração e destinação dos resíduos gerados em poder dos órgãos ambientais.

No Estado do Rio de Janeiro foram estabelecidas algumas regulamentações dispendo sobre o gerenciamento de resíduos sólidos das indústrias localizadas no Estado, cabendo destacar:

- ☞ Diretriz FEEMA DZ-1310 de 1985: Estabelece a metodologia do Sistema de Manifesto de Resíduos Industriais, implementado pela FEEMA, para o controle dos resíduos industriais gerados no Estado, por toda pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, geradora, transportadora ou receptora destes resíduos, desde sua origem até a destinação final, como parte integrante do Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras (SLAP)¹⁵.
- ☞ Lei Estadual nº. 3.007 de 1998: Dispõe sobre o armazenamento, transporte e queima de resíduos tóxicos no Estado, atribuindo ao gerador, bem como aos manipuladores secundários, em qualquer estágio, a responsabilidade pelos resíduos, de modo que sejam processados, transportados e manipulados, em condições que não constituam perigo imediato ou potencial para a saúde humana, para o equilíbrio ecológico das espécies e para o bem estar público, nem causem prejuízos ao meio ambiente. Segundo disposto nesta Lei, compete a FEEMA licenciar o transporte de resíduos.
- ☞ Lei nº. 2.001 de 1992: Institui o Programa de Redução de Resíduos com metas anuais de redução de, no mínimo, 10% do volume de cada resíduo até que se alcance 50% de redução, atribuindo a indústria a obrigatoriedade de implantar o Programa de Redução de Resíduos e a FEEMA estabelecer Plano de Ação, segundo tipologias industriais específicas.

¹⁵ O Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras (SLAP) foi instituído em 1977, pelo Decreto nº. 1.633. De acordo com o artigo 2º do referido Decreto, o SLAP “tem por objetivo disciplinar a implantação e o funcionamento de qualquer equipamento ou atividade que sejam considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como qualquer equipamento de combate à poluição do meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro”. Este Decreto definiu ainda como instrumentos de controle do SLAP a licença prévia (LP), a licença de instalação (LI) e a licença de operação (LO).

↳ Lei nº. de 4.191 de 2003: Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, atribuindo a FEEMA a competência para licenciar todas as etapas do gerenciamento de resíduos. Esta Lei proíbe o lançamento e a disposição de resíduos a céu aberto, em mananciais, em corpos hídricos, infiltração no solo sem licença, a queima ao ar livre ou em instalações não licenciadas. São definidos também os procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado.

Quanto a regulamentações, cabe destacar as Normas Técnicas (NBR) publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) referente à classificação dos resíduos sólidos.

A Norma NBR 10004 de 2004¹⁶ – Resíduos Sólidos define os resíduos como “Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível”.

Esta norma tem por objetivo classificar os resíduos sólidos quanto a sua periculosidade, considerando os riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, para que estes possam ser gerenciados adequadamente, segundo: classe I (perigosos) e classe II (não-perigosos), sendo que este último está subdividido em classe 2A (não inertes) e classe 2B (inertes).

↳ Classe 1 - Resíduos perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, toxicidade e patogenicidade.

↳ Classe 2A - Resíduos não-inertes: são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como:

¹⁶ Esta norma foi elaborada pela ABNT em substituição a NBR 10.004 de 1987. – Classificação dos resíduos sólidos.

combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico.

- ↳ Classe 2B - Resíduos inertes: são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Muitos destes resíduos são recicláveis. Estes resíduos não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo (os entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações).

A caracterização de um resíduo sólido depende da sua avaliação, qualitativa e quantitativa, devendo ser investigados os parâmetros que permitam a identificação de seus principais componentes e também a presença e/ou ausência de certos contaminantes¹⁷. A classificação de um resíduo sólido, por si só, não deve impedir o estudo de alternativas para a sua utilização. No entanto, é essa classificação que orienta os cuidados especiais no gerenciamento do resíduo, podendo inviabilizar sua utilização quando não se garantir segurança ao trabalhador, ao consumidor final ou ao meio ambiente (Ribeiro, 2004).

Para a utilização de um resíduo ou de misturas de resíduos na fabricação de um novo produto, o resíduo deve estar em conformidade com os requisitos estabelecidos pelos órgãos responsáveis pela liberação do produto. Da mesma forma que para qualquer atividade industrial, as restrições a que estão sujeitas as instalações de armazenamento, utilização, tratamento ou disposição final de resíduos são resultantes dos seus projetos, das condições de saúde ocupacional e outros fatores determinados pelos órgãos regulamentadores, por exemplo: Órgãos Estaduais de Meio Ambiente, Ministério da Saúde, Ministério do Trabalho e Emprego, entre outros, dependendo da extensão /aplicação do resíduo (Ribeiro, 2004).

¹⁷ A investigação de contaminantes é, normalmente, baseada no conhecimento das matérias-primas e substâncias que participaram do processo que originou o resíduo sólido.

3.3. O Desenvolvimento de PIEs no Estado do Rio de Janeiro

Neste item apresenta-se o processo de desenvolvimento dos PIEs no Estado do RJ. Tendo em vista a falta de documentação e registros sobre o tema, buscou-se apresentar de forma sucinta o processo de desenvolvimento e o atual estágio desta iniciativa no Estado¹⁸.

O Estado do Rio de Janeiro sediou, em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio-Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como ECO-92, na qual o conceito de desenvolvimento sustentável adquiriu reconhecimento mundial. Nesta conferência estabeleceram-se uma série de princípios e diretrizes sócio-ambientais que ao longo dos anos passaram a integrar a agenda política nacional. Os princípios defendidos neste encontro exigiram a tomada de uma postura política voltada à implementação do desenvolvimento sustentável, ou seja, na adoção de políticas de gestão que integrem as esferas econômica, social e ambiental. O Estado do Rio de Janeiro, baseando-se em experiências internacionais, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável e fortalecer a gestão ambiental cooperativa através de parcerias entre os setores público e privado e os órgãos do governo do Estado, apoiou o desenvolvimento de Parques Industriais Ecológicos (PIEs).

A primeira iniciativa por parte do Estado foi instituir através do Decreto nº. 31.339 de 04 de junho de 2002 o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial Sustentável do Estado do Rio de Janeiro – Rio Ecopólo.

O Decreto nº 31.339 de 2002 foi fundamentado nos seguintes princípios:

- ↳ Necessidade de instrumentos econômicos que incentivassem o desenvolvimento sustentável,
- ↳ Necessidade de melhorar a qualidade de vida e as condições ambientais
- ↳ Necessidade de modernização do parque industrial do Estado do Rio de Janeiro,
- ↳ Fomentar a criação de parcerias entre os setores público e privado e,

¹⁸ A grande parte das informações e documentos que tornou possível o desenvolvimento deste item foi disponibilizada pela FEEMA.

- ↳ Geração de renda e de empregos através de investimentos que atendam às demandas ambientais, como um caminho para se atingir o Desenvolvimento Industrial Sustentável.

Através deste Decreto, foi criada uma linha especial de financiamento e incentivo com a utilização de recursos oriundos do Fundo de Desenvolvimento Econômico e Social – FUNDES para as empresas que apresentem projetos na área ambiental. O FUNDES é um fundo estadual composto por recursos oriundos de impostos estaduais, como o ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias). Através do programa Rio-Ecopólo as empresas podem obter financiamento, após comprovação de sua adequação ambiental por parte da Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), podendo estes recursos ser restituídos em até cinco anos. Esta iniciativa visa facilitar a concessão de financiamentos para as pequenas e médias empresas, que passam assim a ter maiores condições de investir em projetos ambientais, adequando-se as condições impostas pelo mercado nacional e internacional.

O Decreto atribuiu à Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do RJ (CODIN) a implementação do programa Rio-Ecopólo sob a supervisão da Secretaria de Estado de Planejamento, Desenvolvimento Econômico e Turismo. O Decreto atribui ainda a CODIN e a FEEMA a competência para elaborarem as normas, regulamentos e critérios para enquadramento de projetos no Programa Rio-Ecopólo.

O Programa Rio-Ecopólo, forneceu assim, incentivos financeiros e fiscais às empresas que queiram implantar projetos ambientais como: reuso de água, transformação de resíduos em insumos, reciclagem de resíduos, produção mais limpa, uso racional de energia e, projetos que desenvolvam sinergias de resíduos entre indústrias. O Decreto incentiva as ações conjuntas, fomentando a criação de parcerias voltada ações mais integradas. A FEEMA, com base no Decreto, incentivou a participação das indústrias no Programa Rio-Ecopolo, apoiando em uma fase inicial a criação de 4 PIEs no Estado do Rio de Janeiro.

A FEEMA definiu inicialmente cinco fases principais no processo de desenvolvimento de um PIE no Estado (FEEMA, 2002):

1. Processo de consulta e mobilização de indústrias e parceiros: através de reuniões e seminários incentivar a participação de indústrias e instituições locais e regionais, como prefeituras, associações industriais locais, órgão ambiental e social que possam contribuir como parceiros no processo de desenvolvimento do PIE.
2. Elaboração de Termo de Compromisso e Elaboração de Plano de Gestão Ambiental: as indústrias localizadas no PIE assumem o compromisso de atuarem em prol do desenvolvimento sustentável com a assinatura de um Termo de Compromisso entre o Governo do Estado, representante da FEEMA e representante da associação das indústrias do PIE ou distrito industrial. Com a assinatura do termo os seguintes compromissos são firmados: participar no projeto Rio-ecopólo, buscar a excelência ambiental, desenvolver um Sistema de Gerenciamento Ambiental – SGA, praticar a produção limpa, buscar melhorias ambiental, social e econômica contínuas, contribuir para a conservação e a melhoria do meio ambiente local e apoiar e participar de ações e projetos comunitários, na sua área de influência. Quanto à elaboração do Plano de Gestão Ambiental, este deve ser desenvolvido por cada PIE, adaptado as características e condições locais. Porém, alguns elementos devem ser considerados: definição de uma política para o PIE, identificação dos impactos ambientais resultantes do processo produtivo, sobretudo aqueles provenientes da gestão inadequada dos resíduos , dos efluentes e das emissões atmosféricas, estabelecimento de objetivos e metas visando a redução, reutilização, reciclagem e/ou transformação dos resíduos, identificação de projetos sócio ambientais, estabelecimento de parcerias, avaliação e monitoramento dos resultados alcançados.
3. Certificação: emitido pela FEEMA como resultado da elaboração do termo de compromisso e da elaboração do plano de gestão ambiental.
4. Parceria PIE - FEEMA para o licenciamento ambiental: a partir de sua adesão ao PIE a indústria parceira tem prioridade no processo de licenciamento ambiental. O pedido de licença continua individual, porém, as licenças são emitidas mais rapidamente. Tendo em vista a morosidade do processo de licenciamento no Estado, este item pode ser considerado um incentivo governamental. Todas as empresas após implantarem as ações do Termo de Compromisso, entram no sistema de

autocontrole passando a enviar de 6 em 6 meses um relatório ambiental para a FEEMA.

5. Implementação das Ações Propostas no Plano de Gestão: acompanhamento por parte da associação de indústrias do PIE das ações e propostas assumidas no plano de gestão ambiental.

No intuito de conferir maior agilidade aos processos de enquadramento ao Programa Rio-Ecopólo, foi editado, em 2003, o Decreto nº. 33.992, que altera alguns dispositivos do Decreto nº. 31.339 de 2002. Este Decreto condiciona a liberação do financiamento à apresentação pela empresa da Licença Ambiental ou documento de efeito equivalente expedido pela FEEMA, comprovando que o projeto está de acordo com a legislação ambiental vigente. Ambos os Decretos (2002 e 2003) estão apresentados no Anexo 3.

Segundo dispõe este último Decreto, a competência para implementar o programa Rio-Ecopólo continua a cargo da Companhia de Desenvolvimento do Estado do RJ - CODIN, porém sob a supervisão da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico e Turismo. A tabela 8 apresenta as principais características do programa para desenvolvimento de PIEs no Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 8: Características Iniciais do Programa Rio-Ecopólo

Características do Programa Rio-Ecopólo
• Materialização das práticas do desenvolvimento sustentável.
• Criar condições para as indústrias se associarem ao Estado do Rio de Janeiro.
• Integrar a gestão ambiental ao processo produtivo.
• Adesão voluntária.
• Presença do Estado dando o suporte necessário às indústrias.
• Incentivo financeiro e fiscal.
• Assistência técnica do órgão ambiental (FEEMA) no processo de licenciamento.
• Estímulo a participação de empresas locais e internacionais
• Conformidade com leis e regulamentos ambientais
• Parceria entre setor público e privado (FEEMA, FIRJAN, comunidade, indústrias, prefeituras).
• Integrar o meio-ambiente, o desenvolvimento econômico e o social.

Fonte: FEEMA, 2002

Neste contexto, foram inicialmente criados quatro projetos piloto no Estado: Santa Cruz, o primeiro PIE do Estado, Campos Elíseos, Fazenda Botafogo e Paracambi. A formalização destes projetos deu-se através da assinatura de um termo de compromisso entre a FEEMA e representantes das respectivas indústrias. Os três primeiros PIEs criados são distritos industriais em operação que estão sendo transformados e adaptados para PIEs. Paracambi, diferentemente dos demais que foram criados pelo governo do Estado em parceria com o setor privado (indústrias), foi instituído pelo governo do Estado, porém em parceria com o governo municipal. Uma segunda característica do PIE de Paracambi, que o difere dos demais é que ele está sendo completamente planejado em um terreno verde. Este PIE será apresentado no capítulo 5.

Atualmente, quatro anos após o início do programa, o governo do Estado, representado através da CODIN, da FEEMA e da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico e Turismo, não deu continuidade ao programa. Mudanças de ordem política e de liderança no governo do Estado interromperam a participação do setor público. A idéia de uma gestão ambiental cooperativa, buscando desenvolver parcerias e cooperação entre setor público e setor privado não foi consolidada. Assim, como já ocorrido em outros programas promovidos pelo setor público, à mudança na liderança política resulta em mudanças de interesses e objetivos. Cabe destacar que os dois Decretos aprovados em 2002 e 2003 continuam em vigor, porém, os projetos 3 criados por iniciativa do Governo do Estado estão sendo conduzidos pelas próprias indústrias e respectivas associações dos distritos industriais. Em Paracambi, o Governo Municipal vem atuando em parceria com o setor privado, tentando levar esta iniciativa adiante.

Apresenta-se a seguir um breve resumo do que foi desenvolvido em três dos PIEs lançados no Estado do RJ: Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo. Cabe destacar, que quase quatro anos após do início do programa, muito pouco foi feito.

3.3.1. O PIE de Santa Cruz

O Parque Industrial Ecológico de Santa Cruz, localizado no bairro de Santa Cruz¹⁹, na Zona Oeste do Estado do Rio de Janeiro, foi implementado em setembro de 2002, quando as quatorze indústrias integrantes do Distrito Industrial de Santa Cruz, assinaram um termo de compromisso com o Governo do Estado, representante da FEEMA e representante da Associação de Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz (AEDIN) (FEEMA, 2002). As empresas integrantes do PIE assumiram o compromisso de atuarem em busca do desenvolvimento sustentável. Quanto ao governo do Estado, assumiu o compromisso de prestar assistência técnica às empresas através de seu órgão ambiental.

As indústrias que integram o PIE de Santa Cruz são: Aciquímica (indústria de beneficiamento e reciclagem de resíduos), Basf S.A. (indústria química transnacional), Casa da Moeda do Brasil (indústria gráfica), Ecolab (produtos e serviços de higiene), Fabrica Carioca de Catalisadores S.A (indústria petroquímica), Gerdau - Cosigua S/A (siderurgia), Usina Termoelétrica de Santa Cruz (geração de energia elétrica), Latasa Ltda (indústria de alumínio), Morganite do Brasil Ltda (indústria de base), Novartis Biociências S.A (farmacêutica e bens de consumo), NUCLEP S.A (caldeiraria pesada), Pan Americana S/A (indústria química), SICPA (indústria química) e Valesul S.A (metalurgia). A tabela 9 caracteriza as indústrias e alguns aspectos ambientais relativos ao do PIE de Santa Cruz.

¹⁹ O bairro de Santa Cruz, localizado na RMRJ, possui uma população de 191.836 pessoas (segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE - Censo Demográfico 2000) distribuídas numa área de 12.504,43 ha e possui por município limítrofe Itaguaí e os bairros Sepetiba, Paciência e Guaratiba.

Tabela 9 – Aspectos Ambientais Relativos ao PIE de Santa Cruz

PIE de Santa Cruz			
Indústria	Resíduos	Nº Trab.	Iniciativas de Gestão Ambiental
Aciquimica	Gases de combustão, vapor de água, partículas finas, efluente líquido de lavagem.	60	Programa prevenção poluição, ETE líquidos percolados, sistema filtragem gases, programa monitoramento ar.
Basf S.A	Sólidos, líquidos, emissões atmosféricas.	277	Controle / monitoramento ambiental, controle emergência, tecnologia tratamento efluentes, central/ coleta seletiva de resíduos.
Casa da Moeda do Brasil	Borra de tinta, lodo galvânico.	1.975	Controle /tratamento /disposição resíduos /efluentes, ETE galvânicos, sistema de aeração, política ambiental.
Ecolab	Sólidos, líquidos, emissões atmosféricas.	125	Política de conservação ambiental, uso de produtos biodegradáveis, 97% das embalagens feitas com produtos recicláveis, eficiência energética.
Fabrica Carioca de.Catalisadores S.A	Efluentes líquidos com /sem amônia, sólidos em suspensão, efluente orgânico, amônia, embalagem, óleo, sucata metálica.	412	Certificação ISO 14.001 - SGA, OHSAS 18.001 reflorestamento, horto florestal, sistema de controle emissões atmosféricas recuperação do solo e da água superficial na área subjacente a indústria.
Gerdau - Cosigua S/A	Resíduos contendo aço – sucatas de processo, enlatados, tambores, óleos.	1.900	Certificação ISO 14.001 - SGA, monitoramento, recirculação da água de processo, preservação de florestas, programas de educação ambiental, reciclagem de resíduos. .
Usina Termoelétrica de Santa Cruz	Sólidos, líquidos, emissões atmosféricas.	216	Política ambiental, monitoramento, racionalização do uso recursos naturais, reciclagem lixo sólido e lodo gerado, programa de conservação energia.
Latasa Ltda	Aparas de alumínio, emissões de VOC.	136	Política ambiental, monitoramento, reciclagem de alumínio e de embalagens.
Morganite do Brasil Ltda	Sólidos, líquidos, emissões atmosféricas.	86	Melhoria ambiental continua, plano de redução de resíduos do processo e reciclagem, monitoramento.
Novartis Biociências S.A	Solventes, óleo hidráulico, papelão, produtos plásticos.	310	Programa de gerenciamento de perda zero, reciclagem, plano de gestão ambiental.
NUCLEP S.A -	Sólidos, líquidos, emissões atmosféricas.	530	Racionalização do uso recursos naturais, redução resíduos, integração dos sistemas gestão.
Pan Americana S/A	Sólidos, líquidos, emissões atmosféricas.	63	Redução do uso de recursos naturais, tratamento de efluentes.
SICPA	Sólidos, líquidos, emissões atmosféricas VOC.	245	ISO 14.001, redução consumo água, energia.
Valesul S.A.	Efluente da purga compressores e lavagem equipamentos, resíduo catódico (SPL), borra de alumínio, pó de carbono.	716	Certificação OHAS 18.001, política gestão segurança, saúde e meio ambiente, processo de coleta seletiva, reciclagem de alumínio.

Fonte: elaboração própria a partir de AEDIN, 2002.

A diversidade de tipologias industriais apresentadas na tabela 9 demonstra a possibilidade de se desenvolverem sinergias, não só de resíduos como também de serviços de interesse comum as indústrias. Desde sua criação, as indústrias do PIE de Santa Cruz continuam se reunindo mensalmente, na sede da Associação de Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz (AEDIN) (contato por e-mail com o diretor da empresa Gerdau, janeiro, 2007).

No intuito de coordenar as atividades do PIE, os diretores das indústrias e representantes da AEDIN criaram a Diretoria de Desenvolvimento Sustentável, onde se definiu um plano de ação e foi assinado um termo de compromisso firmando um intercâmbio espontâneo entre as indústrias. Este plano de ação engloba uma política de gestão ambiental integrada e a adoção de práticas industriais mais ecológicas em atendimento à legislação ambiental, incluindo programas voluntários e o fomento à educação ambiental voltados à comunidade local. Inicialmente foram selecionadas questões de maior interesse e definidas algumas prioridades, tais como (Fragomeni, 2005):

- ↳ Programa de gestão integrada de resíduos e coleta seletiva: tem por objetivo identificar possíveis sinergias, otimizar a reutilização e a reciclagem de matérias e resíduos, agregando valor ou reduzindo custos. Inclui-se entre as atividades do programa: estabelecer um inventário de resíduos, estabelecer uma central de coleta e destinação de resíduos; otimizar o uso de matérias-primas (maior eficiência nos processos e conseqüente redução dos resíduos gerados).
- ↳ Intercâmbio técnico-científico e gestão ambiental entre as indústrias: tem por objetivo aumentar o intercâmbio entre as indústrias facilitando a busca de soluções tecnológicas comuns, através da troca de experiências, pesquisas na área ambiental.
- ↳ Estímulo à instalação de indústrias que possam interagir com as cadeias produtivas locais: parceria com o governo do Estado, responsável por criar uma infra-estrutura local e fornecer incentivos fiscais e financeiros para atrair indústrias para a região.
- ↳ Avaliação e monitoramento da qualidade do ar: avaliar e monitorar a qualidade do ar, formação de um banco de dados dos monitoramentos já realizados pelas indústrias individualmente.

- ↳ Monitoramento da rede de drenagem: avaliação das águas subterrâneas e dos pontos de retenção de drenagem, levantamento do perfil hidrológico e da qualidade da água coletada no Canal do São Francisco.
- ↳ Programa de capacitação em gestão ambiental: disseminar os conceitos e práticas de gestão ambiental, realizar seminários, cursos e workshops.
- ↳ Reflorestamento da região com espécies nativas: propostas de inserção de espécies nativas e projeto de tratamento paisagístico.
- ↳ Facilitar o acesso à legislação e agilizar os processos de adequação aos requisitos legais: promover seminários para esclarecimento de leis e promover melhor interação com os órgãos de controle ambiental.
- ↳ Prestação de serviços entre indústrias – manter intercâmbio entre indústrias, identificar fornecedores comuns (redução de preço pelos serviços oferecidos).
- ↳ Agilizar o acesso à infra-estrutura básica de responsabilidade do Poder Público: formar um grupo na AEDIN para acompanhar propostas junto ao Poder Público Estadual e Municipal quanto a implantação de infra-estrutura necessária ao desenvolvimento do PIE.

Segundo o Diretor da empresa Gerdau (janeiro, 2007) após a adesão ao Programa Rio Ecopólo, houve um aumento no número de indústrias que implementaram um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), através da certificação ISO 14.001. Muitas indústrias já descobriram que a gestão do meio ambiente não deve ser considerada um fator restritivo e de encarecimento no processo de produção. O cenário internacional mostra que a indústria possui uma maior vantagem competitiva ao adotar uma política ambiental e incorporá-la a sua política de negócios.

Apesar deste aumento da consciência ambiental entre as indústrias participantes, o projeto não avançou conforme o esperado. Isto pode ser atribuído ao abandono por parte do setor público, a falta de disponibilidade de tempo e de interesse dos representantes de algumas indústrias, a falta de recursos financeiros destinados à implementação das iniciativas de interesse comum, além da mudança na liderança de algumas indústrias, não garantindo a continuidade de adesão das mesmas (contato por e-mail com o diretor da empresa Gerdau, janeiro, 2007).

3.3.2. O PIE de Campos Elíseos

O segundo PIE instituído no Estado do RJ, em outubro de 2002, foi o PIE de Campos Elísios, localizado no município de Duque de Caxias²⁰, quando doze das indústrias integrantes do pólo petroquímico de Campos Elíseos assinaram o termo de compromisso com o Governo do Estado, representante da FEEMA e representante da Associação de Indústrias do Distrito Industrial de Campos Elíseos (ASSECAMPE) (FEEMA, 2002).

As indústrias que integram o PIE de Campos Elíseos são: Petrobrás Distribuidora BR – GEI; Petrobrás Distribuidora BR – TEDUC; Ipiranga; Nitriflex; Petroflex; Polibrasil Resinas; Real Minas Condomínio; Refinaria Duque de Caxias (REDUC); Rio Polímeros; Supergasbras; Termo Rio e White Martins. A tabela 10 caracteriza as indústrias do PIE de Campos Elíseos.

²⁰ O município de Duque de Caxias, um dos municípios da RMRJ, possui uma população de aproximadamente 855.010 habitantes (IBGE, 2006), divididos em 40 bairros e quatro distritos. Limita-se ao Norte com Petrópolis e Miguel Pereira; ao Leste com a Baía da Guanabara e Magé; ao Sul com a cidade do Rio de Janeiro e ao Oeste com São João de Meriti, Belford Roxo e Nova Iguaçu.

Tabela 10: Caracterização das Indústrias do PIE de Campo Elíseos

PIE de Campos Elíseos			
Indústria	Atividade	Trabalhadores	Principais Resíduos Gerados
Petrobrás Distribuidora S/A BR – GEI	Industrialização e distribuição de óleos, lubrificantes e parafinas.	200	Baldes e tambores metálicos, bombonas, embalagens, frascos de polietileno de lata densidade (PEAD), lixo orgânico, lodo, material ferroso, óleo de levedura, papel, papelão, torta de argila, trapos.
Petrobrás Distribuidora S/A BR – TEDUC	Comércio atacadista de combustíveis	84	Lixo doméstico, tambores, borra de óleo combustível, borra de óleo diesel, borra de gasolina, água e óleo, frascos, bombonas.
Ipiranga S/A	Refino de petróleo	ND	ND
Nitriflex S/A Indústria Comércio	Indústria química, fabricação de elastômeros.	190	Coágulo de polímero, papel, papelão, plástico, tambores, bombonas e lixo de varrição.
Petroflex Indústria e Comércio S/A	Indústria química, fabricação de elastômeros.	974	Coágulo de borracha e lodo.
Polibrasil Resinas S/A	Indústria petroquímica	79	Lixo industrial (madeira, plástico, papel e papelão, metais não ferrosos), lixo doméstico, lodo, óleo, sólidos suspensão.
Condomínio Real Minas	Adm. Distribuição combustíveis.	18	Água contaminada
Refinaria Duque de Caxias (REDUC)	Refino de Petróleo	ND	ND
Rio Polímeros LTDA	Indústria química produção de polietileno	350	Solução caustica, água contaminada, pellets, óleo, lodo, água oleosa, peneiras moleculares, catalisadores, coque, resinas, filtros.
Supergasbras S. A.	Comércio GLP	358	Borra de tinta, oleína, limalha de ferro.
Termo Rio S/A	Termoelétrica a gás natural	ND	ND
White Martins S/A	Manufatura e distribuição de gás.	ND	ND

ND: não disponível

Fonte: elaboração própria a partir de www.apellce.com.br

Diferentemente do PIE de Santa Cruz, as indústrias do PIE de Campos Elíseos não consolidaram o seu plano de ação. Porém, algumas iniciativas, mesmo que isoladas, foram desenvolvidas com a participação das indústrias (Fragomeni, 2005):

- ☞ Sistema de Monitoramento da Qualidade do Ar: projeto implementado em 2002, com o objetivo de monitorar a qualidade do ar da Bacia Aérea de Campos Elíseos. Em 2003, foi realizado um inventário das emissões atmosféricas provenientes das fontes estacionárias das indústrias, definindo-se a localização de cinco estações de monitoramento. Em 2004, iniciou-se o processo de validação dos dados analíticos

gerados pelas cinco estações, resultando na elaboração de um histórico das condições atmosféricas da região.

- ↳ Medidas Compensatórias: a Rio Polímeros e a Petroflex estão realizando como medida compensatória o replantio de mangue em uma área correspondente a 10 hectares.
- ↳ Iniciativas Sócio-Ambientais: A Rio Polímeros e a Petroflex desenvolveram uma cooperativa com a comunidade local para coleta de materiais recicláveis. Esta iniciativa integra os aspectos sociais e ambientais do desenvolvimento, ao contribuir para o aumento da renda das famílias e para a proteção do meio ambiente.
- ↳ Sinergias entre as Indústrias: o mix correto de indústrias em um PIE é um elemento fundamental para alavancar a sinergia de resíduos. A título de exemplificação, com a entrada da empresa Rio Polímeros no PIE, o etano e propano, insumos necessários a Rio Polímeros, serão fornecidos pela REDUC, extraídos do gás natural, resultante do processo de exploração de petróleo, proveniente da Bacia de Campos, que até então era queimado em *flares*, não havendo uso para este resíduo. Por outro lado, a Rio Polímeros gera como resíduo o hidrogênio e o propano, necessários a REDUC e Polibrasil.
- ↳ Economias de Escala: à captação de água do Rio Guandu para abastecimento da REDUC e da empresa Rio Polímeros está sendo feita de forma conjunta, através de um duto compartilhado entre estas duas indústrias. Além disso, com a entrada da empresa Rio Polímeros no PIE, a AGA, fabricante de nitrogênio, instalou uma unidade com o objetivo de abastecer a Rio Polímeros com este insumo.

Em paralelo a estas ações, dois importantes programas, anteriores ao PIE devem ser destacados: Plano de Emergências a Nível Local (Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level) – APELL e o Plano de Auxílio Mútuo – PAM. O primeiro, APELL, foi implementado em Campos Elíseos em 1991, como uma resposta a possíveis emergências/acidentes que pudessem ocorrer no Pólo Industrial.

O Processo APELL é um conjunto de diretrizes formuladas pelo Departamento da Indústria e Meio Ambiente do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), com dois objetivos básicos:

1. Conscientizar a comunidade quanto aos possíveis perigos existentes na fabricação, manuseio e utilização de materiais perigosos e quanto às medidas existentes com o objetivo de proteger a comunidade local;
2. Desenvolver, em cooperação com a comunidade, planos de atendimento para situações de emergência que possam ameaçar a segurança da coletividade.

Quanto ao PAM, um dos elementos do Processo APELL, busca formalizar e estender às indústrias do Pólo à prestação de auxílio mútuo em caso de emergência. As indústrias são treinadas a ajudarem umas as outras em caso de acidentes.

A execução destes programas demonstrou uma forma de gestão cooperativa entre as indústrias e a comunidade, estabelecendo confiança organizacional e facilitando o desenvolvimento de outras parcerias. Cabe destacar que tanto o APELL quanto o PAM são financiados pelas indústrias. A existência prévia desta forma de cooperação entre as indústrias tem facilitado o desenvolvimento de outras ações conjuntas.

Tendo em vista as iniciativas desenvolvidas com a participação das indústrias e a sua elevada capacidade de organização, evidenciada através dos dois programas implementados, mesmo que antes da adesão do Distrito Industrial de Campos Elíseos ao Programa Rio Ecopólo, percebe-se um potencial para o desenvolvimento deste PIE, através de uma gestão ambiental cooperativa.

3.3.3. O PIE de Fazenda Botafogo

A criação do Ecopolo da Fazenda Botafogo ocorreu em dezembro de 2002, tendo reunido 13 indústrias do Distrito Industrial da Fazenda Botafogo, localizado em Acari e abrangendo também indústrias do entorno, localizadas nos bairros de Barros Filho, Costa Barros, Guadalupe, Coelho Neto, Honório Gurgel e Colégio, são estas: Armco Staco Indústria Metalúrgica, C.R.R. - Centro de Reciclagem Rio, Ciba Especialidades

Químicas, Cromos S.A. Tintas Gráficas, Eninco Eng. Ind. Com. Ltda, Estoque - Estocagem Indústria Frigorífica, Manufaturas King, Pan-Americana S.A. Indústrias Químicas, Socan Prod. Alim. Ltda, SRR Equipamentos Ltda, Sumatex Produtos Químicos, Usina Nova América – UNA e Manufaturas KING. Inicialmente foi elaborado um Protocolo de Intenções firmado pela diretoria da FEEMA, a diretoria da Associação das Indústrias do Distrito Industrial da Fazenda Botafogo – ASDIN e as indústrias participantes, que através de um Termo de Adesão, comprometeram-se com o protocolo.

Alguns grupos de trabalho foram formados, visando agilizar e consolidar o processo. Entre estes, cabe destacar (ASDIN, 2005)

- ☞ Subcomissão de elaboração do Regimento Interno: o Regimento Interno foi aprovado por todas as indústrias e está sendo implementado.
- ☞ Subcomissão de Resíduos Industriais: levantamento dos resíduos gerados pelas indústrias. A simples integração entre as indústrias resultou em algumas soluções imediatas, simplificando alguns procedimentos, como por exemplo, no caso das lâmpadas fluorescentes que tiveram seu descarte resolvido pelo convênio operacional entre a C.R.R. - Centro de Reciclagem Rio e a Brasil Recicle.
- ☞ Subcomissão de Segurança: implementação de um Plano de Ações Integradas - PAI com as indústrias da região.
- ☞ Auditor ISO 14.000: formação de um grupo de auditores com o objetivo de implementar a ISO 14000 nas indústrias.
- ☞ Atividades Sociais: integrar as iniciativas individuais das indústrias em atividades coletivas, dando ênfase à educação ambiental integrando-a com atividades culturais, esportivas e escolares.
- ☞ Geral: reuniões mensais para discutir assuntos referentes ao desenvolvimento do PIE, com a participação da comunidade.

Atualmente, algumas das iniciativas que norteiam o desenvolvimento do PIE da Fazenda Botafogo são (ASDIN, 2007):

1. Programa de Gestão Integrada de Resíduos e Coleta Seletiva: O objetivo principal deste programa é ampliar as alternativas para a disposição dos resíduos, identificando possíveis sinergias, estimulando a reutilização e a reciclagem, agregando valor econômico aos resíduos. Dentre as atividades que podem alavancar este processo destacam-se: inventário de resíduos, seminário sobre coleta seletiva, estabelecimento de uma central de coleta e destinação final de resíduos, inclusive com o apoio do Governo Estadual e Municipal.
2. Programa de intercâmbio técnico-científico e gestão ambiental integrada: educação ambiental, estímulo a práticas de gestão ambiental, fomentar junto às Universidades projetos científicos visando uma melhor gestão ambiental do PIE.
3. Programa de Monitoramento - da qualidade do ar e do sistema hídrico.
 - ↳ Monitoramento da Qualidade do ar: avaliação / monitoramento da qualidade do ar, formação de banco de dados.
 - ↳ Monitoramento da rede de drenagem: monitoramento hídrico na rede de drenagem, localizando pontos críticos e selecionando elementos significantes de análise.
4. Programa de capacitação em gestão ambiental: disseminar conceitos e práticas de gestão ambiental entre as indústrias, absorção de experiências de outros PIEs, realização de seminários, formação de gestores e auditores ambientais.
5. Programa de apoio às iniciativas ambientais da região: desenvolvimento e avaliação de projetos ambientais voltados a região.
6. Programa para facilitar o acesso à legislação e agilizar os processos de adequação aos requisitos legais: divulgar (boletim entre outros) e discutir a legislação e quaisquer outros documentos legais que possam afetar as indústrias, formar um grupo de assuntos legais no âmbito da ASDIN para promover melhor integração com órgãos de controle ambiental.

7. Programa de prestação de serviço entre as indústrias: o intercâmbio de serviços entre indústrias.
8. Programa de Desenvolvimento Social: educação ambiental, aumento da consciência ambiental da comunidade.

Algumas destas iniciativas demandam investimentos, outras uma maior participação do Governo Estadual e Municipal, criando condições de desenvolvimento adequadas, viabilizando a infra-estrutura, estabelecendo melhores condições de acesso e segurança para as indústrias já instaladas ou que pretendam ali se instalar (contato por e-mail com o Gerente de Meio Ambiente da empresa Pan-Americana, 2007). Quanto ao aspecto social, vêm sendo desenvolvidas algumas atividades culturais, esportivas e educacionais em parceria com a comunidade. Como nos demais PIE do Estado, os resultados alcançados ainda são restritos, porém a grau de integração entre as indústrias esta servindo para alavancar está iniciativa.

3.4. Analise SWOT

Este item apresenta uma analise SWOT (*strengths, weakness, opportunities and treats*) referente ao desenvolvimento de PIEs no Estado do Rio de Janeiro com base nas características e elementos apresentados nos itens anteriores (experiência internacional e experiência no Estado do Rio de Janeiro).

Forças

- ↻ Os exemplos de sucesso das experiências internacionais aliados ao crescente número de pesquisas e projetos internacionais sobre a EI, a SI e os PIEs é um estímulo para as indústrias nacionais integrarem um PIE.
- ↻ O aumento da conscientização ambiental nacional e internacional aliado a um estímulo global a uma forma de desenvolvimento mais sustentável contribui para o desenvolvimento deste tipo de iniciativa.
- ↻ O fato de as indústrias já possuírem um relacionamento prévio facilitou o início das atividades nos três PIEs do Estado - Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda

Botafogo. Em Santa Cruz e em Fazenda Botafogo o papel da AEDIN e da ASDIN tem sido importante como articuladores do processo.

- ↪ Em Fazenda Botafogo as atividades desenvolvidas sob a ótica social vêm contribuindo para o desenvolvimento da comunidade local.
- ↪ Em Fazenda Botafogo a capacidade organizacional das indústrias, evidenciado pela formação de diversos grupos de trabalho, têm contribuído para agilizar e consolidar o processo de desenvolvimento do PIE.
- ↪ A diversidade de tipologias industriais existentes em Santa Cruz e Fazenda Botafogo aumenta a possibilidade de sinergias de resíduos e serviços entre as indústrias.
- ↪ A disponibilidade de mão de obra capacitada no Estado do Rio de Janeiro é um estímulo para atrair novas indústrias para o Estado.

Fraquezas

- ↪ O Decreto 31.339/2002 que instituiu o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial Sustentável do Estado do Rio de Janeiro – Rio Ecopólo, incentivou a participação das indústrias e instituições locais e regionais, como prefeituras, associações de indústrias, órgão ambiental estadual, como parceiros no processo de desenvolvimento do PIE, através do Termo de Compromisso firmado entre o Governo do Estado, representante da FEEMA e representante da associação das indústrias do PIE ou distrito industrial. Porém o governo do Estado e a FEEMA abandonaram o Programa. Os PIEs de Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo vêm operando por iniciativa das indústrias ali localizadas e suas respectivas associações.
- ↪ Abandono do projeto por parte do antigo governo do Estado. Assim como em outros projetos e programas, mudanças na liderança política resultam em abandono de iniciativas desenvolvidas pelo governo predecessor. O Programa Rio-Ecopolo foi lançado no Estado do RJ visando a “promoção” de políticos, sem que nada fosse feito para consolidar e impulsionar seu desenvolvimento. Os agentes públicos deveriam fomentar o desenvolvimento sustentável e não buscar promoções pessoais.

- ↵ Inexistência de Parcerias Público Privada (PPP). Predominância do setor privado conduzindo o desenvolvimento de PIEs. Os três PIEs implementados no Estado – Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo- estão sendo desenvolvidos pelas próprias indústrias e associações do distrito industrial, sem nenhuma participação do governo do Estado. A FEEMA como órgão estadual do meio ambiente poderia contribuir agilizando o processo de concessão de licenças ambientais. A PPP é essencial para o sucesso de um PIE.
- ↵ A inexistência de parcerias com agentes do setor privado, como a FIRJAN e o SEBRAE, que poderiam cooperar para o desenvolvimento desta iniciativa. Estes agentes poderiam contribuir para captar indústrias para os PIEs do Estado, oferecendo cursos e seminários voltados a informar as indústrias e os trabalhadores sobre EI, SI, PIEs e sobre a importância de um desenvolvimento mais sustentável.
- ↵ Falta de conhecimento por parte dos diversos atores envolvidos dos ganhos e benefícios potenciais advindos da implementação dos princípios e práticas da EI e dos PIEs. Apesar de estes conceitos estarem sendo divulgados internacionalmente, o setor privado (indústrias e instituições), comunidade e mesmo o alguns órgãos do setor público desconhecem o tema. Mais uma vez, cursos e seminários desenvolvidos em parceria com a universidade, a FIRJAN ou o SEBRAE ajudariam a divulgar e consolidar os PIEs no Estado.
- ↵ Em Santa Cruz a falta de uma gestão organizacional integrada evidenciada pela falta de disponibilidade de tempo e interesse dos representantes de algumas indústrias, associada a mudança na liderança de outras tem contribuído para a morosidade do processo.
- ↵ Falta de investimentos e financiamento pode impedir a continuidade da iniciativa, principalmente quanto à participação de indústrias de pequeno e médio porte que necessitam de um maior apoio financeiro.

Oportunidades

- ↵ O desenvolvimento de uma metodologia específica para o desenvolvimento de PIEs no Estado do Rio de Janeiro, considerando as características e a demanda local, com base no que foi desenvolvido em outros países.
- ↵ Oportunidade de parcerias com agentes internacionais visando à captação de recursos para financiar o desenvolvimento dos PIEs. As agências internacionais como a GTZ ou bancos internacionais, como o IADB, têm interesse em financiar projetos em países em desenvolvimento em pró da sustentabilidade.
- ↵ Oferta de empregos para a mão de obra local. O desenvolvimento de PIEs no Estado, a exemplo de Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo pode resultar em um aumento na geração de emprego e renda local e conseqüentemente, na melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores e da comunidade.
- ↵ A transformação dos DIs de Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo em PIEs com base nos princípios e elementos desenvolvidos internacionalmente. Os PIEs do Estado do Rio de Janeiro tem a oportunidade de serem desenvolvidos com base na experiência internacional (projetos, iniciativas, soluções, acertos, erros), considerando que suas características políticas, econômicas, ambientais e sociais diferem destes países.
- ↵ Vantagem competitiva para as indústrias participantes: maior retorno financeiro (*ROI – return on Investment*), melhor desempenho econômico e ambiental, menor custo de produção, maior rentabilidade, melhor imagem no mercado e acesso a novas camadas do mercado nacional e internacional.
- ↵ O desenvolvimento de um rótulo ecológico para as indústrias que integram o PIE, a exemplo do *eco label*, desenvolvido pela União Européia, pode ser utilizado como uma ferramenta de marketing, melhorando a imagem e a inserção da indústria no mercado.

Ameaças

- ↵ Desinteresse total do governo estadual no programa Rio-Ecopolo. A cooperação e parceria do governo do Estado e dos respectivos municípios seriam fundamentais para alavancar o desenvolvimento da iniciativa. O PIE é um instrumento de gestão ambiental cooperativa. A articulação dos atores é fundamental.
- ↵ Conflito entre o desenvolvimento econômico e o desenvolvimento sustentável. O setor privado pode preferir as vantagens advindas do desenvolvimento econômico tradicional ao invés dos “ganhos” prometidos pelo PIE.
- ↵ Os instrumentos e as Leis em vigor no país, como o comando e controle e a Lei 9965/1998, punindo aqueles que causem danos ao meio ambiente, o excesso de burocracia e muitas vezes, o desconhecimento por parte das indústrias da legislação ambiental, pode desencorajá-las a tornar transparente o seu processo produtivo e conseqüentemente os resíduos gerados e a forma de sua disposição.
- ↵ Falta de conhecimento entre as indústrias parceiras. As indústrias com receio de prejudicar sua imagem e por desconhecerem umas as outras tendem a não querer divulgar os dados e informações necessários ao desenvolvimento de sinergias. A confiança, parceria e cooperação entre os atores são fundamentais. Nos três PIEs em desenvolvimento no Estado, é necessário um maior conhecimento, um maior grau de confiança e parceria entre as indústrias envolvidas.
- ↵ Aversão ao risco. A possibilidade de dependência entre as indústrias parceiras e a possibilidade da não continuidade do fluxo de resíduos pode afastar algumas indústrias. A parceria entre as indústrias do PIE, tanto em relação às sinergias de resíduos como em relação a outros serviços que venham a ser permutados e / ou compartilhados deve ser estabelecida como uma relação contratual de negócio.
- ↵ Caso as estratégias e os elementos desenvolvidos em outros países sejam adotados no Estado do Rio de Janeiro, sem que sejam adaptados à sua realidade sócio, econômica e cultural, existe uma maior possibilidade de fracasso da iniciativa.
- ↵ O desenvolvimento de um PIE é um processo de longo prazo. Muitas vezes as indústrias têm uma visão focada em ganhos de curto prazo, em resultados mais

imediatos. Nos três PIEs do Estado, percebe-se que os resultados alcançados, nos quase cinco anos do lançamento do programa foram restritos.

4. Proposta Metodológica para Implantação de um PIE

Ao planejar-se um 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 são atribuídos à mesma importância que os fatores econômicos. Neste item apresentam-se as principais etapas de implantação de um PIE - planejamento, projeto, construção e operação - e alguns elementos que fazem parte de cada uma destas etapas e que podem contribuir para preservar o meio ambiente. Estas etapas e elementos foram selecionados a partir iniciativas de PIEs desenvolvidos em outros países e estudos desenvolvidos por alguns pesquisadores da área, procurando-se selecionar aqueles que possam se adequar às características e cultura do Estado do Rio de Janeiro, podendo mesmo assim, sofrer algumas alterações em função do local selecionado para implantação do PIE.

Alguns dos principais elementos presentes nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação de um PIE segundo estudos desenvolvidos por Lowe (2001), Schlarb (2002), Desrochers (2001) e Rosenthal e McGalliard (1998) são: 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. Buscou-se abordar, neste capítulo, cada um destes elementos de forma sintética.

A título de ilustração, apresenta-se na tabela 11 alguns elementos sugeridos por Desrochers (2001), que em sua opinião devem ser considerados na etapa inicial do planejamento de um PIE. Alguns destes elementos, que se julgou pertinentes, serão abordados no item 4.1.

Tabela 11: Elementos Iniciais do Planejamento de um PIE.

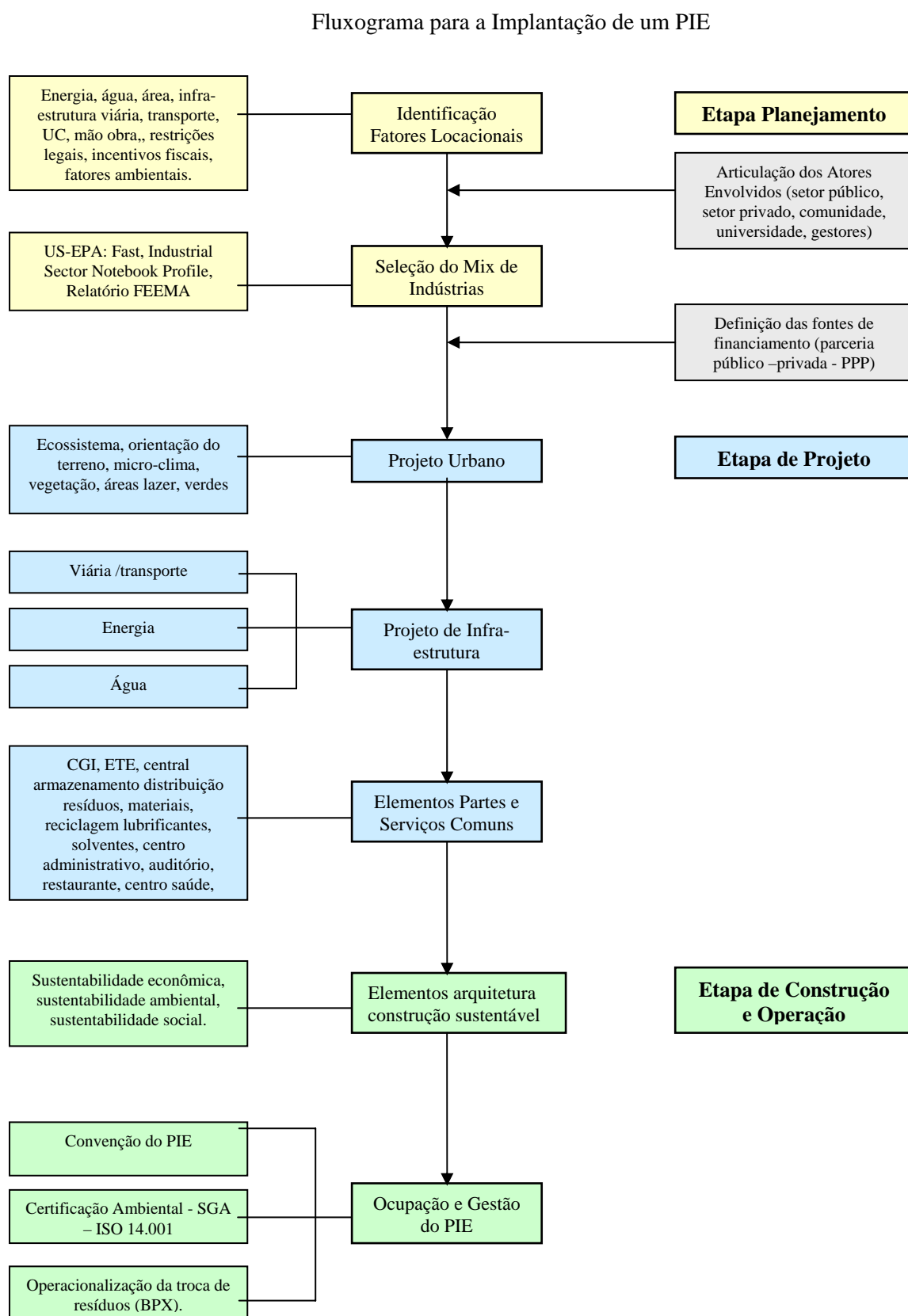
Elementos Iniciais do Planejamento de um PIE
Seleção do sítio para implantação do PIE
Disponibilidade de infra-estrutura local: energia, água, vias de acesso e transporte.
Seleção das indústrias (mix)
Definição do perfil sócio-econômico da região
Interesse dos setores público e privado locais em cooperar 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.
Disponibilidade de mão de obra (capacitação, custo).

(Fonte: Desrochers, 2001).

Segundo Schlarb (2002): *“There is no one size fits all answer for eco industrial development. This is a flexible, creative approach to industrial and economic development”*. Conforme apresentado por Schlarb (2002), não existe uma regra, uma resposta única que defina o planejamento de todo e qualquer PIEs. Cada caso é específico. O que se procurará mostrar ao longo deste capítulo é que apesar de o planejamento de um PIE ser um processo flexível, que deve se adaptar à demanda dos diferentes atores envolvidos e às características e à cultura do local e da comunidade onde o novo PIE será implementado, é necessário que seja definida uma metodologia básica e flexível, que direcione sua implantação.

Como afirmou Peck (2002), mesmo sendo um processo flexível é necessário que exista uma metodologia, uma diretriz, que especifique os elementos mínimos necessários a um PIE, metodologia esta que direcione os tomadores de decisão e demais atores envolvidos ao longo das etapas de implantação do PIE, diferenciando-o assim de um distrito industrial. Parte da metodologia apresentada neste capítulo, mais especificamente a etapa 4.1 e parte da etapa 4.2 serão utilizadas, a título de exemplificação, para a implantação do PIE demarcado no município de Paracambi, Estado do Rio de Janeiro, apresentado no capítulo 5. Ao longo do capítulo 4 far-se-á referência aos elementos presentes nas etapas de planejamento, projeto, construção e operação de um PIE que serão de relevância para balizar a proposta de implementação do futuro PIE de Paracambi. A figura 5 apresenta o fluxograma das etapas de implementação de um PIE que são propostas neste capítulo.

Figura 5: Fluxograma das etapas de implementação de um PIE



4.1. Etapa de Planejamento

4.1.1. Identificação dos Fatores de Localização do PIE

A localização industrial é essencialmente um processo de tomada de decisão através do qual se pretende comparar diferentes alternativas locacionais para a implantação de um empreendimento. O estudo de alternativas locacionais para um PIE é de grande importância para a indústria que pretende obter o maior número de vantagens competitivas, para o desenvolvimento das áreas comunitárias do entorno e para uma maior conservação do meio ambiente.

Assim, como em um distrito industrial, na seleção do sítio²¹ onde será implantado o PIE, os seguintes fatores locacionais devem ser considerados: disponibilidade de energia, disponibilidade de água, disponibilidade da área necessária ao empreendimento, infra-estrutura 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.

Nos distritos industriais, o meio ambiente é considerado apenas quando previsto em lei ou para obter a licença ambiental. No planejamento de um PIE, o fator ambiental assume um papel relevante na seleção do sítio. É necessário levar em consideração o fator ambiental em cada um dos sítios analisados, particularmente em relação aos impactos no meio ambiente resultantes da implantação do PIE. Os seguintes itens devem ser considerados: características dos ecossistemas local e regional, adequação do sítio às edificações industriais e demais edificações e restrições ambientais locais ao empreendimento (Lowe, 2001). O PIE deve ser planejado de forma a preservar o ecossistema local mantendo o equilíbrio com o ambiente ao seu entorno.

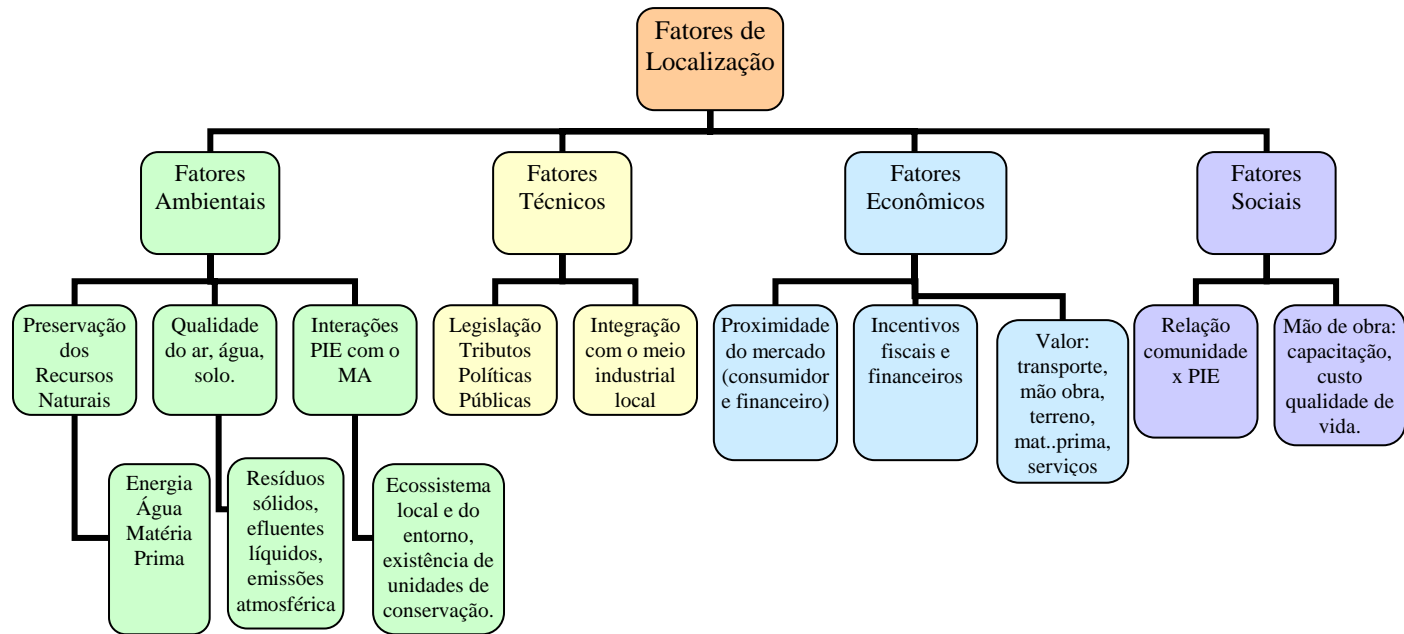
No caso de existir mais de uma opção de sítio para a implantação do PIE, Lowe (2001) sugere que seja realizada uma análise comparativa compreendendo as seguintes etapas:

²¹ Por sítio entende-se terreno e /ou município, conforme a situação existente.

1. Caracterizar o ambiente físico - condições meteorológicas, clima, qualidade do ar, níveis de ruído, caracterização geológica e geomorfológica, usos e aptidões do solo, recursos hídricos.
2. Caracterizar o meio biológico e os ecossistemas naturais:
 - ↳ Ecossistemas terrestres - descrição da cobertura vegetal, descrição geral das inter-relações fauna-fauna e fauna-flora.
 - ↳ Ecossistemas aquáticos - mapeamento das populações aquáticas, identificação de espécies indicadoras biológicas.
 - ↳ Ecossistemas de transição - banhados, manguezais, brejos, pântanos, etc.
3. Caracterizar o meio antrópico ou sócio-econômico - dinâmica populacional, uso e ocupação do solo, qualidade de vida, estrutura produtiva e de serviços, organização social.
4. Com base na caracterização acima, identificar e avaliar diferenças potenciais entre os sítios. Caso necessário, coletar dados primários para confirmar as diferenças. Mapear os dados de interesse em uma mesma base. O Sistema de Informações Geográficas (SIG) pode ser utilizado nesta análise (caracterização dos sítios de forma mais detalhada).
5. Comparação final dos impactos dos sítios – avaliação dos trade offs entre os sítios considerados.

Na visão de Schlarb (2002) existem quatro fatores de localização e vários subfatores que devem ser considerados na seleção do sítio para implantação do PIE. São estes: ambiental, técnico, econômico e social, conforme apresentado na figura 6.

Figura 6: Fatores de Localização de um PIE



Fonte: Adaptado de Schlarb, 2002.

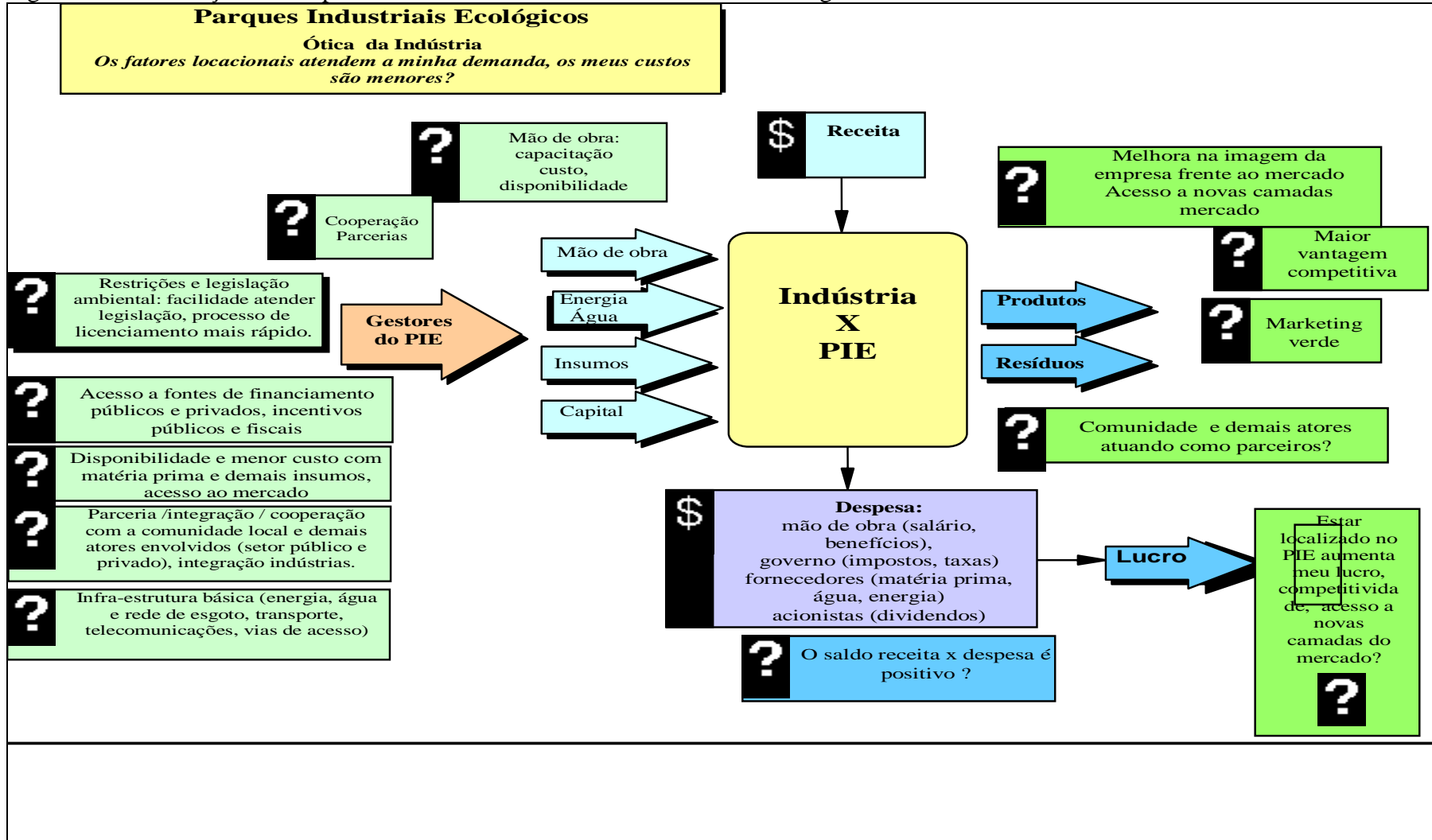
Segundo Schlarb (2002), a mensuração destes fatores pode ser feita através de pesquisas e entrevistas ou ainda por meio de questionários. Após a definição, caracterização e análise comparativa destes quatro fatores e seus respectivos subfatores para cada um dos sítios considerados, o local para a implantação do PIE pode ser selecionado.

Cabe destacar que os fatores de localização industrial não são os mesmos para todos os empreendimentos. No caso do PIE de Paracambi, como não existe mais de uma alternativa locacional para a implantação do PIE, visto que o sítio foi previamente selecionado pelo governo local, não será necessária a realização da análise comparativa sugerida por Lowe (2001) ou a consideração de todos os fatores e sub-fatores sugeridos por Schlarb (2002). Conforme será apresentado no item 5.2, sugere-se apenas um *checklist* final para verificar as condições locais do sítio selecionado.

Sob a ótica de uma indústria, a decisão de se localizar em um PIE obedece a alguns critérios de seleção de localização industrial, quais sejam: disponibilidade de mão-de-obra (trabalhadores disponíveis, remuneração, capacitação profissional), disponibilidade de matéria-prima (proximidade a fornecedores, custo), custo da terra, proximidade e dimensão do mercado consumidor (demanda da produção, verificar se existe demanda suficientemente disponível para os produtos que vão ser gerados), possibilidade de integração com o meio industrial local, aspectos de infra-estrutura básica (disponibilidade de energia elétrica, água e rede de esgoto, serviços de transporte, telecomunicações, vias de acesso), características físico-geográficas do local; aspectos sócio-econômicos; restrições ambientais e legais, participação e cooperação do setor público e outros setores (governo, comunidade, associação de indústrias), diretrizes e políticas de incentivos públicos e fiscais (sistemas de financiamento, isenção tributária), relação comunidade x indústria, relação gestores do PIE x indústria, possibilidade de desenvolverem-se parcerias entre os atores envolvidos e finalmente, as disponibilidades de financiamento para viabilizar o empreendimento (Barquette, 2000; Braga, 2000).

A figura 7 apresenta um fluxograma desenvolvido por Lowe (2001) onde os fatores considerados por uma indústria ao analisar se deve ou não integrar um PIE são questionados.

Figura 7: Considerações feitas por uma indústria ao analisar se deve ou não integrar um PIE



Ao analisarmos a figura 7, percebe-se que a indústria em sua “avaliação locacional”, mesmo considerando os fatores ambiental, econômico e social na decisão de integrar um ou não PIE, a decisão final cabe ao fator econômico (saldo final receita x despesa = lucro).

4.1.2. Articulação dos Atores Envolvidos

O planejamento de um PIE envolve a articulação de diversos atores: o setor público (governo, agências e instituições públicas, bancos de desenvolvimento), o setor privado (indústrias, bancos privados, associação de indústrias, instituições privadas, etc), as universidades, as instituições de pesquisa e a comunidade como um todo. Independente de qual das partes tenha uma participação maior ou menor nas etapas de implantação do empreendimento, é importante que haja cooperação e parceria entre os atores, tendo por objetivo maior, obter ganhos para estes atores e para o meio ambiente.

Na Ásia, por exemplo, a participação do setor privado tem se sobressaído ao setor público no planejamento dos PIEs, principalmente no Japão, Singapura e Filipinas e até mesmo na China onde a participação do setor público era anteriormente maior (Lowe, 2005). Nos Estados Unidos o setor público tem atuado em parceria com o setor privado e com as universidades. Como exemplo, o US-EPA, agência ambiental americana, mesmo com o abandono do programa de PIEs por parte do governo federal, continua a atuar em parceria com os governos locais, as universidades e a iniciativa privada no desenvolvimento dos PIEs.

Algumas das vantagens e desvantagens relativas especificamente à participação dos setores público e privado no desenvolvimento de PIEs foram apresentadas por Chiu (2001) e Lowe (2005). A tabela 12 apresenta as vantagens e desvantagens mais relevantes de cada um dos setores sob a ótica destes autores.

Tabela 12: Participação dos Setores Público e Privado: vantagens e desvantagens

Participação dos Setores Público e Privado	
Setor Público	Setor Privado
Vantagens	
Visão voltada ao interesse público e desenvolvimento comunitário - sócio-econômico-ambiental.	Maior conhecimento no setor financeiro e de negócios
Presença do Estado dando suporte às indústrias	Maior investimento em novas tecnologias
Incentivo fiscal e financeiro.	Motivação: visão voltada para o lucro
Acesso a políticas, incentivos, benefícios, P&D, novas tecnologias relativos a órgãos e agências públicos.	Interesse financeiro resulta em uma maior integração e cooperação entre indústrias e gestores.
Planejamento de longo prazo	Compartilha os riscos do empreendimento
Suporte no cumprimento da legislação.	Maior capital de investimento.
Suporte no licenciamento ambiental.	Maior integração com a rotina dos negócios
Subsídios às empresas de pequeno e médio porte	
Motivação: ganhos nas 3 esferas: ambiental (redução impactos), econômico (desenvolvimento econômico local) e social (geração de emprego)	
Desvantagens	
Excesso de burocracia, processo normalmente lento e fragmentado.	Visão mais econômico-financeiro (lucro), menos sócio ambiental.
Mudanças na liderança política e administrativa podem interromper projetos em andamento.	Menor motivação sócio ambiental: visão mais voltada para o lucro (retorno financeiro) pode eliminar alguns elementos do PIE.
Desconhecimento dos valores e demandas do setor privado (indústrias e negócios).	Dificuldade de acesso a incentivos, benefícios, serviços ofertados pelo setor público.
Foco em fazer cumprir leis e regulamentos, esquecendo-se do retorno financeiro.	Maior dificuldade de acesso à financiamento público.
Menor motivação econômica: visão mais sócio-ambiental, menos econômico financeira.	Desconhecimento e muitas vezes falta de compreensão da legislação

Chiu (2001) e Lowe (2005).

A parceria e a cooperação entre os atores envolvidos no desenvolvimento de um empreendimento é um conceito em formação no Brasil. A parceria pode ser uma solução para projetos de pequeno, médio ou grande porte, podendo ser um instrumento importante para o Estado, ao otimizar os recursos financeiros necessários ao empreendimento. O grau de participação de cada um dos atores pode variar de acordo com a vontade e interesse de cada parte. Segundo Lowe (2001) no início do empreendimento poucos atores tem conhecimento do que é um PIE. Assim, a promoção de cursos, eventos comunitários e seminários, é importante, apresentando-se o conceito e os possíveis benefícios, com um foco específico no interesse de cada um dos atores envolvidos. No caso do PIE demarcado no município de Paracambi, assim como nos demais PIEs do Estado do Rio de Janeiro, sugere-se que sejam firmadas parcerias com instituições como a FIRJAN ou o SEBRAE com o objetivo de promover

e disseminar o conceito de PIE através da promoção destes cursos, eventos comunitários e seminários. Um web site pode ser criado, divulgando o PIE em questão.

Em relação à comunidade, todo projeto necessita do apoio da comunidade durante as etapas de planejamento, projeto, construção e operação do empreendimento. Por comunidade entende-se não só aquela que reside na área de influência do empreendimento, mas todos os que serão impactados com ele, como as indústrias locais, as agências locais, os grupos e associações comunitários e de indústrias, os trabalhadores e a população como um todo. A participação da comunidade no planejamento de um PIE deve ser considerada desde a etapa inicial. Como o PIE vai se inserir na comunidade? Quais as vantagens e desvantagens deste novo empreendimento para a comunidade? Para responder estas perguntas, é necessário caracterizar a comunidade (cultura, demandas, carências, grau de escolaridade, etc). Schlarb (2002) apresentou alguns aspectos que devem ser identificados em relação à comunidade:

- ↳ Identificar os aspectos positivos e negativos da comunidade, do município e da região do entorno (aspectos geográficos, sócio-econômicos, culturais, emprego, renda, educação, capacitação profissional, transporte, legislação, qualidade de vida, saúde).
- ↳ Caracterizar o mercado local – indústrias, comércio, as entradas (insumos, matéria prima) e saídas (produtos, resíduos), legislação pertinente.
- ↳ Identificar elementos que possam melhorar a qualidade de vida da comunidade: saúde, educação, lazer, serviços públicos.

Nos EUA, ainda na etapa inicial de planejamento do empreendimento, é realizado um primeiro contato com a comunidade local. A partir daí são realizados seminários e workshops, durante os quais são apresentados o conceito de PIEs, EI, exemplos de iniciativas de PIEs desenvolvidos e em desenvolvimentos nos EUA e em outros países, além da visão e objetivos do empreendimento. A comunidade, por sua vez, tem a oportunidade de apresentar sua opinião e sugestões que possam contribuir para o desenvolvimento comunitário local. Os participantes podem discutir, entender e questionar o projeto e expor suas dúvidas e questionamentos. Lowe (2001) sugere que ao introduzir o conceito à comunidade, que sejam também apresentados principalmente

os benefícios que o empreendimento pode trazer para melhoria da qualidade de vida e renda local.

Quanto às universidades, estas seriam responsáveis pela parte intelectual do empreendimento. Nos EUA, universidades como Yale, Johns Hopkins, Princeton e Stanford, estabeleceram centros de pesquisa voltados ao desenvolvimento de projetos de PIEs, projetos estes voltados à implantação de PIEs em *brownfields* ou em *greenfields*, PIEs co-localizados ou virtuais. Assim como nos EUA, na Europa e na China, a maioria dos projetos esta sendo conduzida com a participação da universidade (Lowe, 2001). No Estado do Rio de Janeiro, os PIEs vem desenvolvendo sem a participação da universidade, salvo em Paracambi, onde sugestões serão apresentadas neste estudo.

4.1.3. Seleção do Mix de Indústrias

A seleção inicial do mix de indústrias para um PIE deve ser feita ainda na etapa de planejamento do PIE e de acordo com as estratégias de desenvolvimento sócio-econômico da localidade onde o PIE será implemetado (Lowe, 2001). A equipe responsável pela seleção das indústrias deve estar apta a apresentar os benefícios de fazer parte de tal empreendimento. Segundo Lowe (2001) o processo de seleção do mix 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, ocupar o 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.

✧ Elementos de um Distrito industrial x Elementos do PIE

Em um distrito industrial, as indústrias seriam atraídas pelos seguintes fatores: acesso ao mercado, acesso à fornecedores, mão de obra capacitada, infra-estrutura viária e serviço de transporte, infra-estrutura básica, educação, incentivos públicos e fiscais (financiamento e isenção tributária), oferta de energia e combustíveis (disponibilidade e custo), capital (proximidade do mercado, ambiente local para negócios, impostos, taxas,

contribuições de melhoria), legislação trabalhista, legislação ambiental, licenças, relação existente com o governo (local, estadual e federal).

Em um PIE, além destes fatores, um novo grupo é ofertado as indústrias – melhor desempenho ambiental, econômico e social resultante da cooperação e sinergias desenvolvidas entre as indústrias e gestores do PIE. Entre estes, cabe destacar: melhora na imagem da indústria perante o mercado resultante da associação da indústria com o meio ambiente (*green image* - marketing verde), treinamento compartilhado, marketing e outros serviços que possam ser compartilhados, podendo resultar em redução de custos operacionais e em uma maior vantagem competitiva, licença ambiental comunitária (*umbrella permitting*), economia de matéria prima e recursos resultantes da troca de resíduos, etc (Lowe, 2001).

↳ Equilíbrio entre os objetivos ambiental, econômico e social.

Encontrar o equilíbrio entre os objetivos ambiental, econômico e social do empreendimento é uma tarefa que deve ser priorizada desde a etapa inicial do planejamento. Alguns *trade offs* devem ser feitos visto que alguns conflitos de interesse podem ocorrer. Como por exemplo, o projeto arquitetônico pode prever uma maior eficiência energética em todas as instalações do PIE, o que pode conflitar com a previsão orçamentária (custo da construção superior ao previsto no estudo de viabilidade). Um *trade-off* (redução na eficiência energética visando uma redução nos custos de construção) reduziria os ganhos de longo prazo resultantes de uma maior eficiência energética (redução no consumo de energia e recursos naturais) em troca de uma economia de curto prazo (redução dos custos construtivos). Uma solução para este conflito seria obter financiamento com o objetivo de viabilizar os ganhos de longo prazo.

↳ Ocupar o PIE com o mix de indústrias que possibilite, mesmo que a longo prazo, sinergias de resíduos.

Apesar de muitos PIEs buscarem desenvolver sinergias de resíduos nos moldes de Kalundborg, a literatura internacional tem apresentado este elemento como aquele que dificulta o processo de seleção das indústrias (Lowe, 2001). Chertow (2000) e Lowe (2001) sugerem que seja selecionada, inicialmente, uma indústria âncora, normalmente

uma indústria de grande porte, como uma metalúrgica ou uma central de co-processamento de resíduos. A partir da análise da demanda e oferta de insumos e resíduos da indústria âncora são selecionadas outras tipologias industriais que possam realizar sinergias com a âncora.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (US-EPA) desenvolveu uma ferramenta de decisão denominada *Facility Synergy Tool* (FaST), que a partir da seleção de uma indústria âncora, define possíveis indústrias parceiras ou a partir da definição de um determinado resíduo define as tipologias industriais que gerem este resíduo ou façam uso dele como insumo. Esta ferramenta foi um dos instrumentos utilizados neste estudo para selecionar as tipologias industriais para o PIE de Paracambi e será explicado com mais detalhe ainda neste item.

↳ Impacto das novas indústrias x indústrias existentes no município.

A entrada de novas indústrias no município pode resultar em impactos negativos para a economia local. As novas tipologias podem ter efeitos tanto positivos, demandando e ofertando insumos (matéria-prima, resíduos) e serviços do mercado local, como negativos, representando um possível concorrente. Deve-se buscar sempre que possível um equilíbrio entre as novas tipologias industriais e as existentes no município.

↳ Mão de obra local x mão de obra temporária.

Um novo empreendimento resulta na geração de empregos diretos e indiretos para a mão de obra local, e conseqüentemente em um aumento da renda e em um maior fortalecimento da economia local. Caso a mão de obra não esteja capacitada e não seja em número suficiente para atender a demanda do empreendimento, é necessário o deslocamento de mão de obra de outra localidade, principalmente na etapa de construção onde existe uma demanda por mão de obra temporária.

Sob a ótica das indústrias, a existência de mão de obra local capacitada é um atrativo. O município em parceria com o novo empreendimento deve estar apto a mitigar os impactos resultantes do deslocamento desta mão de obra temporária para a localidade, tanto na fase de construção do empreendimento quanto na fase de operação, como por exemplo, o aumento na demanda por habitação, água, energia, transporte, educação, serviços de saúde e demais serviços.

Ferramentas Desenvolvidas pelo US-EPA para o Planejamento de PIEs:

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US – EPA) interessada no desenvolvimento de PIEs como um instrumento que poderia não só promover o desenvolvimento sustentável no país como também auxiliar na recuperação de áreas contaminadas e abandonadas (*brownfields*) desenvolveu três ferramentas para auxiliar os planejadores e os tomadores de decisão em cada uma das etapas de implementação dos PIEs: Facility Synergy Tool (FaST), Designing Industrial Ecosystem Tool (DIET) e Regulatory, Economic Tool (REaLiTy). Das três ferramentas desenvolvidas, somente a primeira continua a ser utilizada até hoje pelo US-EPA. As demais não são mais utilizadas visto não terem alcançado os objetivos esperados. O FaST foi selecionado neste estudo, visto ser a única ferramenta apresentada na literatura internacional capaz de formular possíveis sinergias de resíduos entre diversas tipologias industriais.

Facility Synergy Tool (FaST)

O FaST é uma ferramenta de decisão desenvolvida pelo Departamento de Desenvolvimento de Políticas Urbanas e Econômicas da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US – EPA), para auxiliar planejadores, comunidade e indústrias a identificar oportunidades de possíveis sinergias (insumos, resíduos) entre as diversas tipologias industriais. O FaST é um programa de computador interativo que contém:

- ☞ Um banco de dados que disponibiliza informações sobre resíduos gerados por várias tipologias industriais e por quais tipologias estes resíduos podem ser utilizados como insumos.
- ☞ Um mecanismo de pesquisa que identifica sinergias/ combinações potenciais (entradas /saídas de insumos e resíduos) entre indústrias. A partir da seleção de uma tipologia industrial o FaST disponibiliza os resíduos gerados por esta tipologia e por quais outras tipologias estes resíduos podem ser utilizados como insumos.
- ☞ Uma tela para entrada de novos dados que permite aos usuários inserir no programa informações específicas sobre uma tipologia industrial de seu interesse. A partir dos

dados fornecidos pelo usuário o FaST simula possíveis sinergias entre a nova tipologia industrial e as demais existentes em seu banco de dados.

Assim, o FaST identifica sinergias potenciais entre diversas tipologias industriais, permitindo aos usuários realizarem dois tipos de pesquisa:

1. O usuário pode selecionar uma ou mais tipologias industriais do banco de dados. A partir desta seleção, o FaST vai gerar um boletim / relatório contendo oportunidades em potencial de permutas (*input / output report*) com outras tipologias industriais.
2. O usuário pode selecionar um ou mais resíduos. A partir desta seleção e de uma listagem de resíduos existente em seu banco de dados, o FaST identifica as tipologias industriais que geram este resíduo e aquelas que o utilizam como insumo.

O FaST através de simulações disponibiliza para uma determinada tipologia industrial quais os resíduos gerados, inclusive água e calor, e quais tipologias industriais fazem uso deste mesmo resíduo, auxiliando os tomadores de decisão no desenvolvimento de possíveis sinergias. Uma outra finalidade do FaST é disponibilizar para um determinado resíduo todas as tipologias industriais que geram este resíduo e quais tipologias industriais podem fazer uso do resíduo. Ou seja, o planejador pode desenvolver sinergias por tipologia industrial ou por resíduos gerados, sempre a partir das tipologias e resíduos existentes no banco de dados ou a partir de novas tipologias e resíduos inseridos pelo usuário. O anexo 4 apresenta o FaST.

Assim, de forma sumária:

- ☞ Para uma determinada tipologia industrial, o FaST sugere possíveis indústrias que fazem uso dos resíduos gerados por esta tipologia e quais indústrias geram resíduos que podem ser usados como insumos para esta mesma tipologia.
- ☞ Para um determinado resíduo o FaST disponibiliza todas as tipologias industriais que geram o resíduo e quais tipologias industriais podem usar este resíduo como insumo.

↳ Caso uma determinada tipologia industrial ou resíduo não faça parte do banco de dados do FaST, o planejador tem a opção de inserir os dados sobre esta tipologia ou resíduo no banco de dados. A partir daí o FaST realiza as possíveis simulações desta tipologia com as demais tipologias que estão disponíveis em seu banco de dados.

O FaST foi disponibilizado para ser utilizado neste estudo para o desenvolvimento do PIE de Paracambi pelo U.S- EPA, Office of International Activities.

4.1.4. Definição das Fontes de Financiamento

A definição de possíveis fontes de financiamento para o PIE, requer que a equipe responsável possua uma visão do empreendimento com um todo, que possibilite definir uma estratégia básica de financiamento capaz de se consolidar gradativamente à medida que as etapas para implementação do PIE vão se sucedendo. A parceria entre os setores público e privado (PPP) tem sido a forma encontrada no continente Norte Americano e Europeu para garantir a implementação dos PIEs. Lowe (2001) sugere que seja definido um mix distinto de parceiros para o financiar cada etapa do empreendimento, capaz de suportar as ações de longo prazo necessárias à continuidade do PIE.

Assim, a cada etapa de implementação do PIE o mix de parceiros pode se consolidar de maneira distinta, ou seja, as fontes de financiamento que mais se adequem ou aquelas que tragam maior retorno para o empreendimento são selecionadas. Por exemplo, a etapa de planejamento, por ser uma etapa de maior incerteza, deve ser financiada em sua maior parte pelo setor público (banco de desenvolvimento ou por agências governamentais). Com a conclusão da etapa de planejamento, tem início uma nova etapa, a etapa de projeto (projeto urbano e de infra-estrutura, partes e serviços de uso comum), que irão demandar uma nova parceria para o financiamento.

Em relação aos possíveis riscos relativos ao investimento de capital em um novo empreendimento, a formação de PPPs reduz estes riscos através da utilização de fundos provenientes do setor público. Como os investidores do setor privado tendem a ser

mais avessos ao risco, a participação do setor público minimiza os possíveis riscos do investimento. O investidor privado tem uma garantia maior com o setor público atuando como seu parceiro. Assim, o setor público teria uma participação maior nas etapas iniciais do empreendimento, onde as incertezas e os riscos são maiores, os investidores do setor privado teriam uma participação maior a partir da etapa de projeto. Cada investidor ao empregar seu capital, tem por objetivo obter vantagens. Vantagens estas provenientes dos possíveis riscos de investir seu capital em um novo empreendimento.

A definição do grau de participação e de quais atores dos setores público e/ou privado vão financiar o empreendimento deve ser feita de forma criteriosa, definindo-se o papel de cada ator, limitando a atuação de cada um em cada etapa do empreendimento. A inserção de novo atores pode aumentar o número de tomadores de decisão e parceiros, podendo impactar negativamente o desenvolvimento do empreendimento.

Como exemplos de fonte de financiamento pode-se destacar: os governos federal, estadual ou municipal, as agências de proteção ambiental, a exemplo dos Estados Unidos e do Canadá, as agências e bancos internacionais (PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, BIRD - Banco Mundial, IADB - Banco Interamericano de Desenvolvimento, GTZ - Agência de Cooperação Técnica Alemã, PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, USAID - Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional, DFID - Departamento de Desenvolvimento Internacional do Reino Unido, JICA - Agência de Cooperação Internacional do Japão), os bancos, instituições e agências nacionais públicos ou privados (Banco do Brasil, Banco Nacional de Desenvolvimento – BNDES, Programa de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – PMPE, Programa de Financiamento à Conservação e Controle do Meio Ambiente - FNE Verde, SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), e por último as próprias indústrias.

A figura 8 confronta a título de exemplificação as etapas de implementação do PIE com algumas possíveis fontes de financiamento. Cabe destacar que tanto as etapas quanto a fontes de financiamento apresentadas nesta figura são apenas exemplificativas, ambas devem ser definidas de acordo com as características próprias do PIE implementado.

Figura 8: Matriz para o Financiamento para um PIE

Sugestão de Financiamento para um PIE							
Etapas	Planejamento		Projeto			Construção e Operação	
Fontes Financia mento	Identificação dos fatores locacionais	Seleção do Mix de Indústrias	Projeto urbano	Projeto de Infra- estrutura	Partes e Serviços Comuns	Construção /Arquitetura	Ocupação e Gestão do PIE
Governo	X	X					
Bancos Público	X	X	X		X	X	
Instituições públicas		X	X				
Agências/ bancos Internacio nais	X		X	X	X	X	
Indústrias			X	X	X	X	X
Bancos privado			X	X	X	X	
Instituições privadas			X	X	X	X	
Associação das indústrias							X

Fonte: Elaboração própria.

Como se pode verificar na matriz acima, a participação do setor público é maior nas etapas iniciais de implantação do PIE quando os riscos e incertezas também são maiores. A situação ideal seria aquela onde tivéssemos uma ação coordenada, onde o setor público atuasse em parceria com o setor privado, em cada uma das etapas de implantação do empreendimento, cada qual contribuindo naquilo em que possuísse um maior conhecimento, buscando obter o máximo benefício para a comunidade, para as indústrias e para o meio ambiente.

Mais uma vez, em relação ao PIE de Paracambi, o terreno já foi selecionado e é de propriedade do governo local, o projeto urbano e a infra-estrutura serão viabilizados pelo governo local. O financiamento das demais instalações do PIE continua indefinido, sugere-se que seja realizado em PPP, para assim minimizar os possíveis riscos do empreendimento.

4.2. Etapa de Projeto

Este item apresenta os principais elementos a serem considerados na etapa de projeto de um PIE. Muitos dos conceitos e tecnologias aqui apresentados são os mesmos utilizados nos projetos para implantação de distritos industriais, mas, conforme mencionado nos itens anteriores, diferentemente do que rege a concepção dos distritos industriais, o fator ambiental assume um papel relevante nos projetos dos PIEs.

O projeto de um PIE envolve profissionais de diversas áreas. A falta de integração entre arquitetos, engenheiros, planejadores urbanos, tomadores de decisão, etc. pode resultar em um projeto fragmentado. Os profissionais responsáveis devem selecionar entre as várias soluções de projeto aquela que melhor equilibre o desenvolvimento ambiental, econômico e social e que melhor atenda as demandas dos atores envolvidos. Assim, sob o prisma ambiental, ao projetar um PIE, a equipe responsável deve considerar algumas questões relevantes, tais como (Lowe, 2001):

- ☞ O impacto das etapas de construção e operação nos elementos do ecossistema local e do entorno.
- ☞ Definir a melhor forma de preservar as características do ecossistema dentro dos limites do terreno.
- ☞ Incorporar os elementos do ecossistema (recursos naturais) aos projetos urbano, infra-estrutura e instalações.
- ☞ Incorporar, sempre que possível, as plantas nativas ao projeto paisagístico com o objetivo de manter as características do meio ambiente local.
- ☞ Caso o terreno já tenha sido ocupado anteriormente, tentar restabelecer o ecossistema e as espécies nativas.
- ☞ Considerar o impacto de novos elementos paisagísticos (espécies não nativas) e mesmo matérias utilizadas na etapa de construção no ecossistema local.
- ☞ Verificar a capacidade de suporte da infra-estrutura local ao novo empreendimento.

O projeto de um PIE possui várias etapas, desde a visualização do projeto até a sua complexão. Cada projeto possui características distintas que variam em função da localização, das dificuldades, das demandas, das tipologias industriais e dos atores

envolvidos. As estratégias e planos locais de desenvolvimento urbano, econômico e social devem ser também consideradas no projeto. Portanto os elementos apresentados neste item são apenas sugestões, não devendo ser considerados como regra geral.

Para Lowe (2001), o projeto de um PIE deve ser feito em harmonia com meio ambiente, adotando-se os princípios da EI sempre que possível ao projetar-se cada um dos seus elementos, de forma a integrar o PIE ao ecossistema natural. Ainda segundo Lowe (2001) a EI direciona os planejadores a:

- ↳ Considerar o PIE e suas instalações como parte do ecossistema natural.
- ↳ Coordenar planejamento e ação no tempo e espaço (curto e longo prazo).
- ↳ Coordenar o desenvolvimento do projeto com o fator ambiental.
- ↳ Encontrar um equilíbrio entre os fatores ambiental, econômico e social.

Para Schlarb (2002), os planejadores devem ver a indústria como um sistema vivo que esta inserida em um sistema maior, o ecossistema. Considerar a indústria como um sistema vivo significa que a indústria possui um metabolismo, que retira matéria e energia de outro sistema vivo, disseminando seus produtos para o mercado e seus resíduos para o meio ambiente (Schlarb, 2002).

4.2.1. Projeto Urbano:

O projeto urbano tem por objetivo planejar um uso mais racional para o terreno onde será implantado o PIE, e ao mesmo tempo manter um relacionamento “harmonioso” com o meio ambiente. O projeto urbano engloba os elementos paisagísticos e aqueles com fins recreacionias como: jardins, áreas de lazer, praças, piscinas, quadras de esporte. Além destes, outros elementos que devem ser considerados são: o ecossistema local, a orientação do terreno, o micro-clima e a vegetação.

a. Ecossistema Local

Alguns elementos do ecossistema local podem direcionar o projeto urbano do PIE, tais como: os *habitats* naturais, o equilíbrio entre os grupos dominantes de plantas e animais, as áreas inundáveis, as espécies ameaçadas e em extinção.

Para Lowe (2001) a questão básica a ser respondida pela equipe responsável é: Em qual extensão o ecossistema local pode ser preservado e incorporado ao projeto urbano e aos demais projetos, como o de infra-estrutura e das instalações do PIE? Caso o ecossistema esteja danificado, como pode ser restabelecido?

b. Orientação do terreno

A orientação do terreno é um fator ao qual, muitas vezes, não é atribuída a importância devida. A simples definição de alguns fatores como: o Norte geográfico, o nascente e o poente do sol pode contribuir para a conservação de energia, visto que nas instalações voltadas para o Norte, onde existe uma maior incidência de luz natural, a demanda por iluminação artificial é reduzida.

c. Micro-clima

Cada local possui variações na direção dos ventos, temperatura e precipitação, o que pode influir no projeto urbano, no projeto de infra-estrutura e na forma e orientação das edificações. A inserção de determinadas espécies vegetais pode melhorar as condições do micro-clima e melhorar a eficiência energética (a vegetação pode aumentar a sombra, reduzindo o calor).

d. Vegetação

Conforme dito no item anterior, a inserção de espécies vegetais e a conservação de espécies nativas ao sítio contribuem para o micro clima e para a eficiência energética. Um projeto paisagístico adequado pode contribuir para a redução da erosão e para a conservação da biodiversidade.

No Brasil, muitas vezes, o planejamento paisagístico não é considerado. Na maioria das vezes, o que temos é a definição do uso, sem reflexão de áreas de sombra que, segundo alguns, não servem para outros usos a não ser para o que se convencionou chamar de áreas para jardim, áreas verdes, canteiros centrais, praças, parques, etc. Não há uma reflexão maior sobre as funções que essas áreas podem desempenhar, principalmente quanto à ecologia, às questões ambientais, ao lazer, à integração social, etc.

Segundo Lowe (2001), a paisagem local deve ser analisada em todas as suas heterogeneidades, analisando-se seu suporte e sua cobertura, refletindo-se sobre porque

há áreas com águas, brejos ou afloramentos rochosos em alguns lugares, enquanto que em outros não. O processo de fragmentação da paisagem tem sérias implicações para a sobrevivência das espécies. Os fragmentos remanescentes representam locais de grande importância para a conservação da biodiversidade, ao mesmo tempo em que encontram-se bastante ameaçados, seja pelos impactos provenientes do entorno, ou por sua vulnerabilidade ecológica, decorrente de seu tamanho reduzido.

O PIE de Paracambi, está sendo implementado em um *greenfield*, assim, o projeto urbano deste PIE tem a oportunidade de considerar e respeitar os quatro elementos descritos neste item.

4.2.2 Projeto de Infra-Estrutura

O projeto de infra-estrutura de um PIE abrange os serviços necessários à operação do PIE, tais como: infra-estrutura viária e serviços de transporte para insumos, produtos, resíduos, pessoas (interno e externo), infra-estrutura para produção e fornecimento de energia (fotovoltaica, solar, eólica, linhas de distribuição, dutos de gás, etc), armazenamento, tratamento e distribuição de água e efluentes.

O projeto dos elementos de infra-estrutura de um PIE deve ser feito de acordo com as características do local onde será implementado.

Lowe (2001) apresenta algumas sugestões em relação ao projeto de infra-estrutura:

- ↳ O projeto de infra-estrutura é a base em torno da qual todo o PIE vai ser implementado. A infra-estrutura deve ser adequada às características do local e do empreendimento, atender a demanda existente, ser de fácil manutenção e operação.
- ↳ O projeto de infra-estrutura deve ser flexível, permitindo que novas tipologias industriais integrem o PIE.
- ↳ Sempre que for economicamente e tecnologicamente viável, selecionar tecnologias que possam operar de forma modular e /ou descentralizada, permitindo assim a expansão da capacidade e a substituição de partes quando necessário.
- ↳ O projeto de infra-estrutura deve procurar manter as características físicas do terreno.

Algumas sugestões para o projeto de infra-estrutura viária e serviços de transporte, infra-estrutura de energia, infra-estrutura de água e para as partes e os serviços comuns são apresentadas neste item. Em relação ao PIE de Paracambi a infra-estrutura de viária e serviços de transporte são disponíveis no município, a infra-estrutura de energia e a infra-estrutura de água serão disponibilizados pelo governo local e as partes e os serviços comuns serão objeto de projetos desenvolvidos em PPP, conforme será apresentado no item 5.2.

a. Infra-Estrutura de Viária e Serviços de Transporte

Um sistema de transporte eficaz é necessário ao sucesso de qualquer empreendimento. Assim, o planejamento da infra-estrutura viária e dos serviços de transporte deve suprir a demanda de dois grupos distintos: os trabalhadores que necessitam de meios transporte e vias de circulação internos e externos; e as indústrias que necessitam vias para transporte, circulação e fornecimento de insumos, produtos finais, resíduos, clientes, serviços e fornecedores; e de serviços de transporte (rodoviário, aquaviário, dutoviário ou ferroviário).

O custo com transporte de insumos e serviços utilizados na produção e na revenda de produtos ao mercado consumidor pode ser considerado um dos maiores componentes do custo de produção das mercadorias (Braga, 2005). A redução dos custos com transporte é uma das metas dos gerentes de logística das indústrias. Alguns autores chegam a dimensionar a amplitude deste impacto, observando que entre 50% e 60% do custo de produção ou venda de mercadorias são representados pela compra de componentes, materiais e serviços adquiridos dos fornecedores externos (Braga, 2005).

O transporte ferroviário de insumos e produtos pode contribuir para a redução deste custo, além da redução no consumo de energia e das emissões atmosféricas em comparação ao transporte rodoviário.

Quanto às vias de circulação interna, estas devem ser planejadas de forma a permitir o tráfego e estacionamento de automóveis e caminhões. Além do sistema viário principal pode-se prever a construção de ciclovias ao longo das vias de tráfego. A existência alguns serviços básicos como bancos, correios, farmácia, creche, etc. dentro do PIE, é

uma maneira de reduzir a necessidade dos trabalhadores se deslocarem durante o horário de trabalho. Em relação ao transporte de pessoas para o PIE sugere-se o uso de bicicletas (a exemplo da Europa e dos EUA), *telecommuting*, vans e ônibus, reduzindo-se assim, o uso de veículos particulares, o consumo de combustível e conseqüentemente as emissões atmosféricas e a necessidade de áreas para estacionamento.

Em suma, o projeto eficaz da infra-estrutura de transporte tem por benefícios a redução do consumo de combustíveis, das emissões atmosféricas, da contaminação do solo, dos gastos com transporte, além da otimização do fluxo de circulação de bens, serviços e pessoas.

b. Infra-Estrutura de Energia

Toda atividade humana necessita captar fontes de energia da natureza para transformá-las a fim de serem utilizadas, na quantidade demandada, para a produção de bens e serviços. Em um PIE, um dos objetivos do projeto de infra-estrutura de energia é a promoção de um uso mais eficiente de energia (Lowe, 2001). Este uso mais eficiente resulta na economia de recursos, na minimização dos impactos ao meio ambiente (ao longo da cadeia de produção, transformação, transporte, distribuição, armazenagem e uso final da energia), contribuindo para um desenvolvimento mais sustentável (La Rovere, 2002).

Este uso mais eficiente de energia pode ser obtido através da eliminação de desperdícios (luzes e aparelhos funcionando desnecessariamente ou inadequadamente), de um melhor funcionamento dos sistemas de produção e consumo (assegurar que caldeiras, motores e equipamentos estejam regulados), da reestruturação do aparelho produtivo (tecnologias de produção que demandem menos energia, através da adoção de equipamentos e processos mais eficientes no uso de energia), da reestruturação do aparelho de consumo (através da concepção de produtos com normas de uso reduzido de energia - conteúdo energético dos materiais de fabricação utilizados, maior facilidade de manutenção e maior vida útil), da exploração de formas alternativas de satisfação da mesma necessidade social (aumento da oferta de transporte coletivo, utilização de

equipamentos de uso coletivo) e de mudanças de valores de demanda (educação voltada à promoção de um desenvolvimento mais sustentável) (Lowe, 2001).

No Brasil, grande quantidade de energia é desperdiçada em decorrência de um planejamento e funcionamento ineficientes dos processos e equipamentos usados para converter energia nos serviços necessários as atividades humanas (La Rovere, 2002). A literatura internacional cita como formas de aproveitamento energético a cogeração de energia e a energia em cascata (Lowe, 2001).

Nos países mais desenvolvidos, principalmente em alguns países Europeus e nos Estados Unidos, a cogeração²² esta presente nos setores de indústria, comércio e serviços (Barja, 2006). Segundo Barja (2006), a aplicação da cogeração é convencionada em função da seqüência relativa da geração de energia eletromecânica para a térmica. No setor industrial, existe o potencial para cogeração nos seguintes segmentos: alimentos e bebidas, cimento, cerâmica, têxtil, serraria, papel e celulose, refino de petróleo e siderurgia (Barja, 2006).

Bennet (2001) apresenta como vantagens da cogeração: a economia de combustível que o processo traz frente à produção convencional de energia térmica e eletromecânica, menor custo de energia (elétrica e térmica), maior confiabilidade de fornecimento de energia, melhor qualidade da energia produzida, evitar custos de transmissão e de distribuição de eletricidade, maior eficiência energética e menor emissão de poluentes.

As centrais de cogeração são consideradas como empreendimentos potencialmente poluidores, principalmente em relação à queima de combustíveis, o que pode causar emissão de poluentes (Barja, 2006). Segundo Côrrea Neto (2001), a instalação de um sistema de cogeração requer um estudo de viabilidade técnico-econômico prévio. No Brasil a participação da cogeração na matriz energética ainda é pequena em relação aos países desenvolvidos (Barja, 2006).

²²Cogeração de energia pode ser definida como um processo termodinâmico no qual ocorre a produção simultânea e seqüencial de energia elétrica ou mecânica, e energia térmica útil, a partir de uma única fonte de energia (combustível). Ou seja, além da energia elétrica ou mecânica, ocorre o aproveitamento para fins úteis, de parte da energia térmica rejeitada, através de um sistema de recuperação de calor. O processo mais comum é a produção de eletricidade e energia térmica (calor ou frio) a partir do uso de gás natural e /ou de biomassa, entre outros (Côrrea Neto, 2001).

Quanto à energia térmica em cascata, esta consiste no uso de energia para atender diferentes usos, que demandam qualidades diferentes de energia (da maior para a menor). A energia em cascata pode ser utilizada em uma mesma instalação industrial ou entre instalações distintas, sendo necessário distribuir o vapor e a água quente entre as unidades (Bennet, 2001).

Uma alternativa a ser considerada é o uso de fontes renováveis de energia, que podem assegurar a sustentabilidade da geração de energia a longo prazo; criar novas oportunidades de empregos; e reduzir o desmatamento. Porém, mesmo no caso de uso de fontes renováveis de energia (hidroeletricidade, biomassa plantada²³, energia solar ou eólica) pode haver impactos ambientais significativos (emissão atmosférica, custo, extensas áreas necessárias para a produção de energia em grande escala).

Para Lowe (2001), mesmo existindo a capacidade de geração de alguma forma de energia renovável, o PIE deve estar ligado à rede local de distribuição de energia, capaz de suprir a demanda existente. A energia mais barata e a única que não causa impactos no meio ambiente é a energia economizada, através de medidas de racionalização do uso de energia (La Rovere, 2002).

²³ Biomassa: lenha, carvão vegetal, álcool, e bagaço da cana de açúcar.

c. Infra-Estrutura de Água

A utilização de água pelas indústrias e demais instalações do PIE ocorre de diversas formas, tais como: incorporação ao produto; lavagem de máquinas, tubulações e pisos; água para sistemas de refrigeração e geradores de vapor; água utilizada diretamente no processo industrial e água para uso sanitário.

Assim como para a infra-estrutura de energia, o objetivo central ao desenvolver-se o projeto para a infra-estrutura de água é a sua conservação, ou seja, reduzir a demanda de fontes externas, reduzir o consumo, reduzir o desperdício, reduzir as perdas, aumentar a eficiência do uso, aumentar o reuso e finalmente, evitar a poluição (Fiesp/Ciesp, 2006). Esta redução pode ser atingida através da redução de perdas no processo industrial, que por sua vez pode ser atingida através da utilização de processos mais modernos, de um arranjo geral otimizado ou da redução do consumo de água propriamente dita (lavagens de equipamentos e pisos industriais). A manutenção dos equipamentos também é fundamental para a redução de perdas por vazamentos e desperdício de energia.

A água para fins industriais possui diferentes níveis de uso, tais como: consumo humano, matéria prima incorporada ao produto final, fluido auxiliar, geração de energia, fluido de aquecimento ou resfriamento, etc.) (Fiesp/Ciesp, 2006). Cada uso demanda água com uma qualidade distinta. Esta demanda de água de diferentes níveis de qualidade permite o reuso da água.

O reuso de água para fins menos nobres (que não demandem água potável), como para alguns fins industriais, é uma possível solução para “economizar” este recurso natural e suprir parte da crescente demanda²⁴. Os principais benefícios ambientais, econômicos e sociais resultantes do reuso direto da água são (Fiesp/Ciesp, 2006):

↳ Benefícios Ambientais: redução do lançamento de efluentes industriais em cursos de água, possibilitando melhorar a qualidade das águas interiores de regiões mais industrializadas; redução da captação de águas superficiais e subterrâneas,

²⁴ O desenvolvimento efetivo de um Programa de Conservação e Reuso de Água exige que sejam considerados os aspectos legais, institucionais, técnicos e econômicos, relativos ao consumo de água e lançamento de efluentes, às técnicas de tratamento disponíveis e ao potencial de reuso dos efluentes, além do aproveitamento de fontes alternativas de abastecimento de água (Fiesp/Ciesp: 2006).

possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada e aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes, como abastecimento público, hospitalar, etc.

- ↳ Benefícios Econômicos: conformidade ambiental em relação a padrões e normas ambientais estabelecidos, possibilitando melhor inserção dos produtos brasileiros nos mercados internacionais; mudanças nos padrões de produção e consumo; redução dos custos de produção; aumento da competitividade do setor e habilitação para receber incentivos e coeficientes redutores dos fatores da cobrança pelo uso da água.
- ↳ Benefícios Sociais: ampliação da oportunidade de negócios para as empresas fornecedoras de serviços e equipamentos, e em toda a cadeia produtiva; ampliação na geração de empregos diretos e indiretos; melhoria da imagem do setor produtivo junto à sociedade, com reconhecimento de empresas socialmente responsáveis

Abuyan (1999) define o reuso de água entre as indústrias como o uso da água previamente utilizada, para fins que possam aceitar uma água de menor qualidade, com o objetivo de suprir a demanda destes outros usos. Conforme dito anteriormente, a qualidade da água de reuso pode variar em função do uso que demanda esta água. Cada tipologia industrial ou até mesmo, cada etapa do processo produtivo demanda água com qualidade e em quantidades distintas. Dependendo do uso prévio da água, esta pode ser reutilizada diretamente ou pode sofrer algum tratamento para depois ser reutilizada.

A literatura internacional apresenta duas práticas para reuso de água (Abuyan, 1999):

- ↳ Reuso da água em cascata: ocorre quando o efluente líquido resultante de uma atividade industrial é diretamente utilizado por outra atividade industrial, sem qualquer tratamento. Isto é possível quando a qualidade do efluente disponível é compatível com os padrões de qualidade demandados pelo uso subsequente (up stream to down stream). O reuso da água em cascata apresenta como vantagens a redução na demanda por água potável, visto que para cada atividade, para cada usuário é fornecida a água com a qualidade necessária ao uso específico; e a redução da quantidade da água enviada para a estação de tratamento de efluentes (ETE). Como exemplo, a água a ser utilizada para limpeza não precisa possuir o mesmo padrão de qualidade que a água utilizada para beber.

↳ Reuso de água de efluentes provenientes da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE, efluentes tratados): ocorre quando os efluentes são submetidos a um processo de tratamento antes de serem utilizados. Depois de tratados, os efluentes são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso, não sendo descarregados no meio ambiente. É o caso com maior ocorrência, destinando-se ao uso em indústria ou irrigação. Este tipo de reuso é apresentado com mais detalhes no próximo item.

Quanto à classificação da água, a água normalmente é classificada em água potável, para consumo e a água de efluentes ou água cinza, não sendo considerados os usos intermediários. Abuyan (1999) sugere cinco classes de uso para a água:

- ↳ Água ultrapura (fabricação de semicondutores, chips) e água deionizada (processo farmacêutico e biológico);
- ↳ Água potável;
- ↳ Água contaminada com nutrientes e alguns compostos orgânicos;
- ↳ Água cinza, ou seja, aquela que é usada para fins industriais ou sanitários; e
- ↳ Água de irrigação.

Esta classificação permite a identificação de oportunidades de reuso da água em cascata dentro da própria indústria ou entre indústrias. O reuso de água entre indústrias deve ocorrer preferencialmente entre indústrias co-localizadas visto o custo elevado da construção de dutos necessários ao transporte de água.

Para Abuyan (1999) antes de definir a possibilidade de reuso da água é necessário conduzir um estudo detalhado para avaliar a qualidade da água e dos efluentes de cada usuário, no intuito de verificar se a água disponível é compatível com o padrão de qualidade da água demandada. Para Mitchell (2002), deve-se inicialmente conduzir um estudo detalhado, visando conhecer a quantidade e a qualidade da água demandada e ofertada por cada tipologia industrial. A partir do conhecimento destes dados, modelos matemáticos, como o de programação linear, são desenvolvidos com o objetivo de minimizar o uso de água potável (*fresh water*) e maximizar o reuso direto da água de efluente ou água cinza.

Além do reuso, uma segunda alternativa que possibilita a conservação da água por uma indústria é a captação e o aproveitamento das águas pluviais. Segundo Nunes (2006) as tecnologias que permitem a captação e o aproveitamento das águas pluviais são simples e econômicas, consistindo na coleta, armazenamento e tratamento, permitindo seu uso para fins menos nobres. Da mesma forma em que nos casos anteriores, o uso das águas pluviais requer a gestão da qualidade e da quantidade da água. Quanto o uso das águas pluviais for para fins menos nobres, como para lavagens ou para regar jardins, não é necessário qualquer tipo de tratamento.

4.2.3 Elementos das Partes e Serviços Comuns

Um PIE é definido como uma comunidade de indústrias que através da gestão ambiental cooperativa buscam atingir o desenvolvimento sustentável, sendo assim, um de seus elementos são as partes e os serviços de uso comuns a todas as instalações que fazem parte do PIE, permitindo que os trabalhadores, gestores e demais atores envolvidos interajam e cooperem uns com os outros. Para Lowe, (2001) a implementação de partes e os serviços de uso comum a todas as indústrias resulta em uma economia financeira para as indústrias, visto que cada uma delas se eximiria do custo de construir e manter cada uma destas instalações individualmente, além de representar uma possível receita para os gestores do PIE, receita esta que pode ser destinada a sua própria manutenção, resultando novamente em uma economia financeira para cada uma das indústrias envolvidas.

Com base nos estudos e iniciativas desenvolvidos internacionalmente, sugere-se 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 a prática de esportes e lazer.
- ↳ Biblioteca.
- ↳ Creche para os filhos dos funcionários.
- ↳ Centro de emergência.
- ↳ Centro administrativo voltado a atender as indústrias.

Além do aspecto econômico, as partes e os serviços de uso comum representam também uma estratégia de marketing para atrair para o PIE indústrias interessadas em uma melhor qualidade de vida e condições de trabalho para seus funcionários e familiares e na economia financeira resultante da redução dos custos associados à construção, operação e manutenção destas instalações caso fossem operadas individualmente (Schlarb, 2002). Sob o aspecto social, as partes e os serviços de uso comum são o elemento que permite uma maior integração entre os trabalhadores, os gestores e demais atores envolvidos.

Algumas características para a central de gestão de informações (CGI), para a estação de tratamento de efluentes (ETE) comum, para a gestão de resíduos (central de armazenamento e distribuição de resíduos), central de reciclagem e artesanato, central de reciclagem de óleo e lubrificante e para a central de reciclagem de solventes, encontradas na literatura internacional, são apresentadas neste item.

Cabe destacar que alguns dos elementos apresentados neste item foram selecionados para fazer parte do PIE de Paracambi, sempre de acordo com as características do sítio selecionado para a implantação do PIE, conforme será apresentado no capítulo 5.

a. Central de Gestão de Informações (CGI)

As indústrias e as demais instalações do PIE relacionam-se entre si e com o mundo externo por meio da troca de informações, serviços, insumos e produtos em geral. No mundo globalizado a informação é um dos produtos mais valiosos para a gestão da indústria em si e para a gestão do PIE como um todo. Cada vez mais, a informação de alta qualidade é necessária para o sucesso de um empreendimento. A informação certa, no formato adequado e na hora certa pode mostrar oportunidades ou ameaças para o empreendimento.

Dentro do âmbito das atividades de um PIE, há decisões que dependem destas informações, que normalmente se encontram dispersas e que podem ser agrupadas através de tecnologias de informação e comunicação²⁵. Os sistemas de informações gerenciais (SIG - ICS - *Information and Communication System*) são os responsáveis por transformar os dados existentes nas informações indispensáveis para apoiar o processo de gestão e tomada de decisão de um PIE. (Lowe, 2001).

As concepções mais modernas de Sistemas de Informação Gerencial (SIG) abrangem um conjunto de recursos tecnológicos e computacionais para geração e uso dessas informações. Entre estes podemos destacar os sistemas de telecomunicações e /ou equipamentos relacionados²⁶; os sistemas ou subsistemas interconectados que utilizam equipamentos na aquisição, armazenamento, manipulação, gestão, movimento, no controle, na exposição, na troca, no intercâmbio, na transmissão, ou na recepção da voz e /ou dos dados, o software e seus recursos, o hardware e seus dispositivos periféricos, além da gestão dos dados e informações (Lowe, 2001).

Stroher (2003) sugere alguns elementos para facilitar o fluxo de informações em um PIE:

↳ Definir conceitualmente termos e vocábulos comuns utilizados pelas indústrias;

²⁵ Tecnologia de informação e comunicação - toda forma de gerar, armazenar, veicular, processar e reproduzir informações. Entende-se por tecnologias de informação o complexo tecnológico que envolve computadores, softwares, redes de comunicação eletrônica, públicas e privadas e rede digital de serviços, tecnologias de telecomunicações, protocolos de transmissão de dados e outros serviços (Stroher, 2003).

²⁶ Os sistemas serviços de telecomunicações abrangem: vídeo conferências, internet, world wide web, e-mail, telefone, telex, fax, beeper, pager, ligações por satélites, sensores e controles eletrônicos.

- ↳ Definir um conjunto de informações estratégicas relativos à operacionalização do PIE;
- ↳ Atribuir responsabilidades pelas informações;
- ↳ Identificar, otimizar e manter o fluxo de informações;
- ↳ Mecanizar os processos manuais.

Segundo Rosenthal & Côté (1998), a implantação de um SIG integrado apresenta vantagens para o PIE como um todo e para as indústrias individualmente, tais como: controle da informação, em tempo real, simplificando a operacionalização do PIE, acompanhamento e gerenciamento do fluxo de informações e dados comuns, melhoria da imagem e do posicionamento da empresa no mercado, a economia de materiais, redução dos custos associados aos processos produtivos, redução de mão-de-obra, expansão da capacidade de produção, controle das sinergias existentes entre as indústrias e controle e gestão dos serviços e atividades comuns.

Rosenthal & Côté (1998) apresentaram também algumas dificuldades que podem comprometer a implantação de um SIG integrado: ausência de pessoal devidamente qualificado, falta de serviços de suporte dos fornecedores de TI, incompatibilidade com os sistemas de informações das indústrias (equipamentos e serviços) e resistência dos usuários a mudanças. Portanto, para assegurar que um SIG integrado atinja os resultados esperados por seus usuários, Lowe (2001) sugere que este SIG seja projetado, planejado e implantado para atender a demanda destes usuários (indústrias e gestores), sendo periodicamente revisto e atualizado.

b. Estação de Tratamento de Efluentes

Conforme dito anteriormente, o uso da água pelas indústrias e demais instalações do PIE ocorre de diversas formas, tais como: incorporação ao produto; lavagem de máquinas, tubulações e pisos; água para sistemas de refrigeração e geradores de vapor; água utilizada diretamente no processo industrial e água para uso sanitário. Após esta utilização, os resíduos e/ ou energias são incorporados à água, alterando as suas características físicas e químicas, gerando assim, os efluentes líquidos. As

características destes efluentes são inerentes à composição das matérias primas, das águas de abastecimento e do processo industrial.

Segundo Giordano (2005), exceto pelo volume de água incorporado aos produtos e pela perda por evaporação, a água torna-se contaminada por resíduos do processo industrial ou pela perda de energia térmica, originando assim os efluentes líquidos industriais, com características físico-químicas diversas e vazões variáveis. Para Giordano (2005), a poluição pelos efluentes líquidos industriais pode ser controlada pela otimização do processo industrial (redução de perdas no processo) ou através dos sistemas de tratamento de efluentes líquidos.

Lowe (2001) sugere que os efluentes líquidos gerados no processo produtivo das indústrias e demais instalações do PIE sejam enviados para tratamento em uma ETE comum às indústrias, localizada no próprio PIE. Teixeira (2006) recomenda que antes de iniciar o projeto para uma ETE, deve ser verificada a legislação aplicável (federal, estadual e municipal), eventuais condicionantes, avaliada a possibilidade de minimização da geração de efluentes e a possibilidade do reuso da água do efluente.

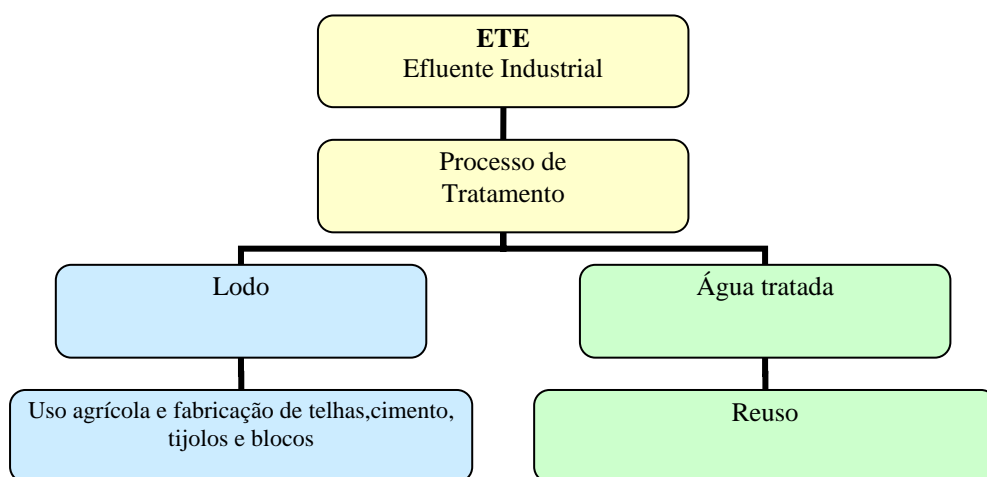
Os efluentes líquidos podem ser provenientes de três usos: do uso industrial (contendo compostos químicos orgânicos, inorgânicos, pigmentos, ácidos, solventes, borra de óleos, graxas e metais ferrosos e não ferrosos, tintas), do uso sanitário (banheiros, restaurante, lavagem de ruas, contendo compostos de matéria orgânica e inorgânica) e de águas pluviais (Abuyan, 1999).

Após o tratamento destes efluentes líquidos na ETE são gerados água tratada e lodo²⁷, podendo este último, em função de seus componentes (metais, solventes, tintas, pigmentos, ácidos, óleos, graxas, compostos químicos orgânicos e inorgânicos), ser caracterizado como resíduo perigoso ou não (Bennet, 1999).

²⁷ O lodo de estação de tratamento de efluentes é um resíduo sólido não inerte que é em geral depositado em aterros sanitários.

A água proveniente do processo de tratamento ²⁸ pode ser reutilizada para fins não nobres. Esta água tratada volta para a indústria para reuso, podendo ser utilizada em torres de refrigeração, cabines de pintura, tratamento de superfícies, máquinas de lavar, lavagem dos tanques, banheiros, caldeiras, equipamentos, água de processo, áreas internas e externas, construções, irrigação, etc, dependendo da qualidade da água demandada por cada um destes usos (Bennet, 1999). A figura 9 apresenta o fluxograma de uma ETE.

Figura 9: Fluxograma da ETE.



Fonte: elaboração própria

Quanto ao lodo, Morton (1998) sugere como possíveis alternativas de uso, o uso agrícola (compostagem, fertilizante para solo) e a fabricação de telhas, de cimento, de tijolos e de blocos.

No uso agricultura o lodo pode ser utilizado como fertilizante, pois o lodo, em geral, é rico em matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e micro-nutrientes, podendo ainda ser

²⁸ A estação de tratamento de efluentes, composta por sistemas de remoção de carga orgânica, material nitrogenado, ajuste de pH e ozonização; funciona a partir de um efluente contaminado passando por processos físico-químicos e biológicos que removem as impurezas da água utilizada nos processos industriais até obter uma água tratada. Através deste sistema, a água utilizada nos processos industriais retorna aos seus corpos receptores (córregos, rios etc.) devidamente tratada ou pode ser reutilizada pelas indústrias. As principais fases do tratamento da água na ETE são: floculação, decantação, filtração, desinfecção por meio de cloro ou dióxido de cloro.

misturado aos resíduos orgânicos (resíduos de alimentos, lodo proveniente de esgoto sanitário). A fração orgânica do lodo confere melhor estruturação aos agregados do solo, tornando-o mais resistente à erosão (Morton, 1998).

No caso da fabricação de cimento, o lodo aumenta as características físicas do cimento, como a plasticidade e trabalhabilidade. Quanto à fabricação de telhas, o correspondente a 13% de lodo pode ser adicionado aos demais insumos. No processamento de tijolos a adição de lodo favorece a conformação. A qualidade do tijolo não é alterada desde que a umidade do lodo adicionado seja controlada. Na fabricação de blocos, de 20 a 30% de lodo pode ser adicionado aos demais insumos para que sua durabilidade e resistência não se alterem (Morton, 1998). Como vantagem do uso do lodo, para os fins acima apresentados, Morton (1998) aponta uma melhor taxa de compressão e uma maior permeabilidade à água.

Os benefícios resultantes de uma ETE comum a todas as indústrias localizada no PIE foram apresentados por Mitchell (2002):

- ↳ Facilidade de tratar um grande volume de efluentes in situ.
- ↳ Redução do lançamento de efluentes industriais nos corpos hídricos.
- ↳ Melhora na qualidade dos efluentes (água residual → água tratada)
- ↳ Redução na demanda por água potável para usos não nobres.
- ↳ Redução dos custos de produção.
- ↳ Melhora da imagem da indústria no mercado (responsabilidade social e ambiental)
- ↳ A simbiose de água entre indústrias pode resultar na redução dos custos operacionais e conseqüente aumento do retorno financeiro (*return on investment - ROI*).

Para Nunes (2006) a prática do reuso de água de efluentes contribui para a conservação dos recursos naturais e para o controle da poluição ambiental, devendo, porém estar sempre vinculada a outras medidas que visem a conservação da água e demais recursos naturais.

c. Gestão dos Resíduos: central de armazenamento e distribuição.

Em um distrito industrial a gestão dos resíduos, que compreende a coleta, a armazenagem, o transporte, a manipulação e a disposição final de acordo com o resíduo gerado; compete a cada indústria. Em um PIE a gestão dos resíduos deve ser de competência das indústrias como um todo, onde as possíveis sinergias de resíduos entre as indústrias (permuta e circulação de resíduos) devem ser consideradas (Schlarb, 2005).

O processo de gestão dos resíduos deve assegurar que os resíduos sejam gerenciados de forma apropriada e segura, desde a sua geração até a sua re-inserção no processo produtivo ou disposição final. A gestão de resíduos em um PIE compreende as seguintes etapas: geração, caracterização (classificação, quantificação), manuseio, acondicionamento, armazenagem, coleta, transporte, reuso ou reciclagem, tratamento e disposição final, para aqueles que não forem reutilizados, de acordo com suas características e classes (tratamento térmico, tratamento biológico, co-processamento, aterro industrial). No caso de re-inserção do resíduo no processo produtivo é necessário o planejamento de uma infra-estrutura que possibilite a sinergia entre indústrias. A possibilidade de se construir uma central comum de armazenagem temporário e distribuição de resíduos, responsável por estocar resíduos que não tiverem uso imediato para redistribuí-los ao mercado interno ou mesmo ao mercado externo deve ser considerada (Abuyan, 1999). A concentração deste processo logístico em um único lugar auxilia na análise e controle dos resíduos gerados e permutados, com o objetivo de atender a demanda das indústrias.

Abuyan (1999) apresenta alguns aspectos positivos e outros negativos relativos a uma central de armazenagem e distribuição de resíduos no PIE. Quanto aos positivos cabe destacar:

- ↳ Maior controle dos estoques de resíduos;
- ↳ Redução do estoque de resíduos nas indústrias;
- ↳ Maior controle dos resíduos gerados e seu destino final;
- ↳ Redução do tempo de recebimento, armazenagem, separação e distribuição;
- ↳ Maior agilidade no atendimento às indústrias;

- ↳ Diferencial competitivo no mercado;
- ↳ Redução de possíveis contaminações;
- ↳ Melhora no ambiente de trabalho, quanto a segurança para o trabalhador;
- ↳ Redução dos custos associados aos processos logísticos das indústrias.

Quanto aos aspectos negativos Abuyan (1999) destaca somente o valor do investimento financeiro necessário à infra-estrutura, instalações, equipamentos, treinamento de pessoal, sistemas de informação e além da necessidade de acompanhamento por profissionais especializados.

Quanto aos resíduos tóxicos como químicos, metais pesados, baterias e outros materiais e equipamentos contaminados, que representam um risco para a saúde e para o meio ambiente, sugere-se a construção de uma segunda central de armazenamento temporário de resíduos para que possam sofrer um pré-tratamento²⁹ e depois serem dispostos de acordo com suas características e classes (Lowe, 2001).

Para Lowe (2001), a infra-estrutura necessária à gestão comum dos resíduos em um PIE deve possuir alguns elementos, tais como:

- ↳ Sistema de dutos capaz de distribuir os resíduos que não necessitem ser separados e tratados, entre as plantas do PIE.
- ↳ Unidade para armazenar resíduos que não serão reutilizados no PIE, destinados a outros mercados.
- ↳ Unidade para armazenar material tóxico.
- ↳ Unidade para armazenar, tratar o resíduo tóxico.
- ↳ Unidade para armazenar, tratar o resíduo não tóxico, antes que seja enviada a indústria para que seja utilizado como insumo.
- ↳ Unidade de compostagem para resíduos biodegradáveis (produtos vegetais e outros produtos da natureza que sejam utilizados na alimentação).

²⁹ O pré-tratamento compreende: centrifugação, separação gravitacional, redução de partículas, neutralização, inertização ou lavagem.

A gestão dos resíduos é importante para a indústria que deseje maximizar sua receita e reduzir os custos associados a estes resíduos. Para incentivar as indústrias a desenvolverem um plano de gerenciamento de resíduos sugere-se a realização de cursos, seminários e treinamento de pessoal, orientando quanto às vantagens resultantes do reuso ou reciclagem dos resíduos e dos riscos e perigos a saúde e ao meio ambiente associados sua disposição inadequada. Quanto às vantagens da gestão dos resíduos Schlarb (2005) destaca a redução na criação e na utilização de aterros industriais, a redução nos gastos com acondicionamento e transporte, a redução no consumo de recursos naturais e a diminuição dos danos ao meio ambiente e a saúde.

A realização de um inventário de resíduos, classificando os resíduos gerados por cada tipologia industrial facilita o desenvolvimento de um plano de gestão de resíduos. A parceria entre indústrias, instituições públicas e privadas, como as agências de proteção ambiental e as associações de indústrias e organizações não governamentais também contribuem para este processo. Cabe destacar que os aspectos legais, institucionais, técnicos e econômicos relativos a gestão de resíduos, assim como as técnicas de disposição e tratamento disponíveis devem ser considerados. A legislação brasileira que dispõe sobre o tema foi apresentada no capítulo 3. Para Schlarb (2005) a central de armazenamento e distribuição de resíduos deve possuir um sistema flexível capaz de gerir todo o processo de armazenamento e distribuição dos resíduos, atendendo a demanda e a oferta das indústrias parceiras.

d. Central de Reciclagem e Artesanato

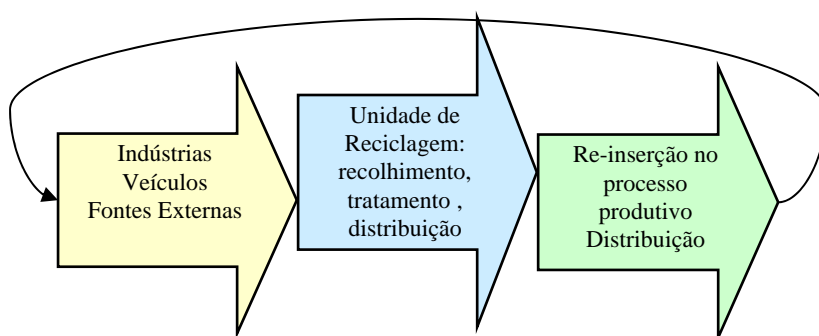
Alguns resíduos pré-selecionados pelas próprias indústrias; como os resíduos metálicos, de materiais plásticos, tecidos, vidros, tintas, papel e papelão, sucatas e aparas destes materiais podem ser enviados diretamente à central de reciclagem ou para indústrias que possam reutilizá-los diretamente, como insumo (Baris, 2001). A título de exemplificação, uma indústria que possua como resíduos de embalagens plásticas, de material de limpeza (HDPE), embalagens de bebida (PET), latas de alumínio, embalagens de papel, material de escritório, etc, enviariam estes resíduos diretamente para a central de reciclagem, onde estes passariam por um processo de seleção e preparação antes que fossem re-inseridos como insumos no processo produtivo da própria central de reciclagem para atividades de artesanato (Barris, 2001).

e. Central de Reciclagem de Óleo Lubrificante

Os óleos lubrificantes utilizados no processo industrial e por veículos automotores possuem em sua composição uma grande variedade de compostos, que caso dispostos inadequadamente, após seu uso, podem resultar em sérios danos ao meio ambiente. Segundo estudo realizados pelo US-EPA (1989, in Bennet, 1999), um galão (3,89 litros) de óleo lubrificante pode contaminar um milhão de galões de água fresca, necessária ao consumo de 50 pessoas por um período de um ano. Neste contexto, a questão da reciclagem de óleos lubrificantes usados é cada vez mais necessária à conservação do meio ambiente. Nos países desenvolvidos, a coleta de óleos usados é geralmente tratada como uma necessidade de proteção ambiental (Bennet, 1999).

Em um PIE, as duas principais fontes de consumo de óleo lubrificante são aquelas utilizadas pelas indústrias e aquelas utilizadas por veículos automotores. Segundo Bennet (1999), um dos elementos do PIE é a reciclagem, recuperação e o reuso de resíduos que seriam previamente descartados, assim, a possibilidade de re-inserção dos óleos lubrificantes após tratamento, no processo produtivo deve ser considerada. A reciclagem dos óleos lubrificantes apresenta como vantagens a economia do recurso e a proteção ao meio ambiente, visto que este resíduo deixaria de ser disposto, não contaminando, assim, o meio ambiente. Bennet (1999) aponta como a principal dificuldade à reciclagem de óleo lubrificante, o seu recolhimento e armazenamento adequados, antes que seja reciclados e reutilizados. Bennet (1999) sugere que seja construída uma central responsável pelo recolhimento, armazenamento, tratamento e redistribuição do óleo lubrificante utilizado pelas indústrias e veículos, para que possa ser depois de reciclado, re-inserido no processo produtivo. Esta central poderia ser também responsável por recolher, tratar e redistribuir o óleo lubrificante proveniente de fontes externas ao PIE. Ainda segundo Bennet (1999), o acondicionamento do óleo lubrificante deve ser feito em embalagens apropriadas para evitar sua contaminação, visto que as embalagens já utilizadas podem conter substâncias que impossibilitem o tratamento e a reciclagem corretos deste resíduo. A figura 10 apresenta este processo.

Figura 10: Reuso de Óleo Lubrificante pelas Indústrias



Fonte: Elaboração própria com base em Bennet (1999)

No Brasil, as Portarias ANP números 125, 127 e 128 de 1999 estabelecem as normas para o gerenciamento do recolhimento, coleta e destinação final dos óleos lubrificantes usados. Segundo a Portaria ANP N° 125/99, a reciclagem de óleo lubrificante usado ou contaminado é uma atividade prioritária para a gestão ambiental, regulamentando, assim, a atividade de recolhimento, coleta e destinação final do óleo lubrificante usado ou contaminado no país. A Portaria ANP N° 127/1999 regulamenta a atividade de coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado a ser exercida por pessoa jurídica sediada no país, determinando que 30% do volume do óleo seja coletado e destinado ao re-refino. Finalmente a Portaria ANP N° 128/ 1999 regulamenta a atividade industrial de rerrefino de óleo lubrificante usado ou contaminado a ser exercida por pessoa jurídica sediada no país, definindo a indústria de rerrefino como aquela que submete os óleos lubrificantes usados ou contaminados a processo industrial para remoção de contaminantes, de produtos de degradação e de aditivos, conferindo ao produto obtido nesse processo as mesmas características de óleo lubrificante básico.

Em 2005, foi promulgada a Resolução CONAMA n.º 362, estabelecendo a obrigatoriedade do recolhimento, coleta e destinação final adequados de todo óleo lubrificante usado ou contaminado, de modo a não afetar negativamente o meio ambiente.

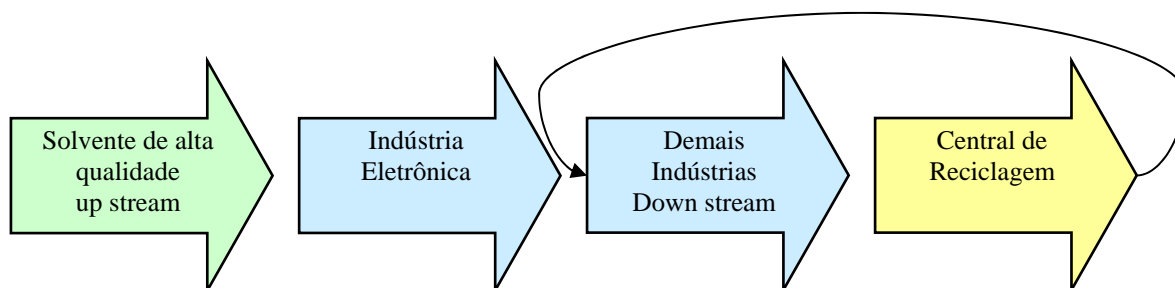
f. Central de Reciclagem de Solventes

Os solventes utilizados pelas indústrias possuem em sua composição uma grande variedade de compostos químicos, que caso dispostos inadequadamente podem resultar em sérios danos ao meio ambiente (Bennet, 1999). Alguns solventes podem ser re-utilizados diretamente por indústrias, que não demandem solventes de alta qualidade (*up-stream – down stream*), outros precisam de algum tratamento (Bennet, 1999).

Para minimizar os danos causados pela disposição dos solventes que não possam ser diretamente re-utilizados, Bennet (1999) sugere que estes sejam enviados a uma central de reciclagem de solventes. Segundo o US-EPA (1997), 70 a 80% do volume total dos solventes utilizados pelas indústrias pode ser reciclado e re-inserido no processo produtivo. A reciclagem dos solventes pode ser feita por uma central de reciclagem instalada no PIE. Esta central de reciclagem de solventes, centralizaria este serviço em uma única unidade, resultando em economia de escala, devido ao volume de solventes reciclados. Segundo Bennet (1999), estudos demonstram que o custo total com a reciclagem de solventes é menor do que o custo para a disposição e aquisição dos mesmos.

A título de exemplificação, no caso da indústria eletrônica, os solventes utilizados são os mais puros, de alta qualidade, podendo ser transferidos diretamente para outras indústrias que utilizem solvente de menor qualidade (*up stream use to down stream use, down cycling*). A partir deste segundo uso, os solventes seriam transferidos para a central de reciclagem, para após tratamento serem re-inseridos no processo produtivo, conforme apresentado na figura 11.

Figura 11: Reuso de Solventes pelas Indústrias



Fonte: Elaboração própria com base em Bennet (1999)

O US-EPA realizou, em 1996, um estudo intitulado “*Eco-Industrial Parks: A Case Study and Analysis of Economic, Environmental, Technical, and Regulatory Issues, Final Report*”, que aborda de forma detalhada a questão do reuso de solventes, apresentando inclusive a listagem de todos os solventes que podem ser re-inseridos no processo produtivo, entre estes pode-se destacar: xilenos e substitutos, álcoois, tolueno, acetona, entre outros

No Brasil, já existem empresas de reciclagem de solventes. O processo nestas empresas consiste na coleta do solvente, análise em laboratório, e de acordo com o resultado, havendo a comprovação da viabilidade do processo, o solvente é reciclado. Após a aprovação do processo pela indústria e pelo órgão ambiental local, o solvente é recuperado. Tanto os solventes como os produtos finais devem atender as normas para transporte dos resíduos industriais e produtos químicos. Com a aprovação do órgão ambiental, os eventuais resíduos gerados no processo de reciclagem podem ser enviados para indústrias que os utilizem como matéria-prima, voltando novamente ao mercado consumidor.

4.3. Etapa de Construção e Operação

4.3.1. Elementos da Arquitetura e Construção Sustentáveis

A Arquitetura e a Construção Sustentáveis buscam integrar o homem e natureza, promover a valorização dos aspectos sócio-culturais locais, uma maior eficiência econômica e ao mesmo tempo, um menor impacto no meio ambiente resultante das soluções adotadas nas etapas de projeto, construção, utilização e reutilização de uma edificação, como resultado do emprego de “soluções de projeto”, visando sempre à distribuição equitativa da matéria-prima e a competitividade do empreendimento (Bastos, 2005).

Os projetos de arquitetura e a construção das instalações industriais e demais instalações do PIE são peculiares a 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.

Segundo Bastos (2005) a arquitetura e construção sustentáveis são compostos por três elementos:

- ↳ Sustentabilidade econômica: lucro e crescimento através do uso eficiente de recursos (mão de obra, matéria prima, água e energia).
- ↳ Sustentabilidade ambiental: evitar impactos no meio ambiente através de uso controlado dos recursos naturais e minimização dos resíduos (uso de materiais provenientes de fontes renováveis, uso de materiais que possam ser reciclados, minimizar o uso de materiais que contenham substâncias tóxicas).
- ↳ Sustentabilidade social: responder às demandas dos atores envolvidos no processo de construção (indústrias, gestores, fornecedores, trabalhadores e comunidade local).

Bastos (2005), apresenta algumas sugestões para a arquitetura e construção sustentáveis:

- ↳ Considerar as características específicas do local em relação à seleção dos materiais e técnicas construtivas, usando ao máximo os recursos naturais em iluminação, ventilação, vegetação (conforto ambiental³⁰).
- ↳ Substituir, quando possível, os sistemas construtivos e materiais de acabamento não recicláveis ou causadores de grande impacto ambiental por outros, que não comprometam o meio ambiente e a saúde do ser humano.
- ↳ Integrar o projeto de arquitetura com o meio em que se insere, fazendo uso de iluminação e ventilação naturais, das condições climáticas da região, com orientação e forma planejadas, proteções solares corretas e especificação criteriosa de materiais, entre outros aspectos. Segundo Amorim (2005), uma edificação projetada para ser energeticamente eficiente pode reduzir em até 50% o consumo de energia, comparada a uma edificação convencional.
- ↳ Adotar técnicas de conforto ambiental, tais como: redução das áreas de transparência para diminuir a entrada de calor, maximização da iluminação natural, uso de janelas altas, junto ao teto para distribuir melhor a luz, uso de cores claras para difundir a

³⁰ Conforto ambiental – aspectos como insolação, ventos dominantes, características do entorno e uso de uma edificação são considerados antes de se definir o posicionamento no lote, a espessura das paredes, a dimensão das aberturas ou mesmo os materiais que serão empregados.

luminosidade no ambiente, uso de brises ou bandejas de luz³¹, uso de ventilação cruzada³², dimensionamento da ventilação (considerar o volume do ambiente, a quantidade de pessoas e a existência de equipamentos que geram calor) e seleção de revestimentos adequados para as fachadas (dependendo do material selecionado pode-se aumentar a concentração de calor - vidro). Existem também diversos produtos e materiais desenvolvidos que podem contribuir para a conservação da energia, como por exemplo, os sensores de presença, as lâmpadas e reatores de baixo consumo entre outros.

- ↳ Em relação ao consumo de água, este pode ser reduzido simplesmente com a seleção de torneiras e chuveiros com fechamento automático e os sistemas de descarga com dois tipos de acionamento: um para efluentes líquidos, que consome apenas três litros, e outro para efluentes sólidos, que utiliza o limite de seis litros, ou ainda com o uso de sensores eletrônicos.
- ↳ Em relação a água, pode ser planejado um sistema duplo de tubulação, separando a água cinza (pia e chuveiro), a água do esgoto sanitário (vaso sanitário) e água de processo industrial.

Em relação à etapa de construção propriamente dita, alguns aspectos devem ser considerados (Lowe, 2005):

- ↳ É uma atividade humana de grande impacto sobre o meio ambiente;
- ↳ A etapa de construção impacta as áreas urbanas e as áreas rurais;
- ↳ As atividades ligadas à construção consomem recursos e geram resíduos em proporções superiores a outras atividades econômicas.
- ↳ Alguns impactos desta etapa são transitórios, como o ruído e a poeira, enquanto outros são persistentes, como os efeitos do CO₂ de combustão liberado para atmosfera.
- ↳ Muitos dos materiais utilizados causam sérios danos à saúde e ao meio ambiente.

³¹ Bandeja de luz: espécie de brise horizontal que se prolonga para o interior dos espaços, direcionando a luz para os pontos mais afastados das janelas.

³² Ventilação cruzada: aberturas em paredes opostas ou justapostas, ou mesmo no teto, forçando o fluxo de ar.

A arquitetura e construção sustentáveis conjugam alguns aspectos relevantes ao projeto, como a seleção de materiais, que deve considerar o ciclo de vida, o desempenho, a segurança e a racionalização do uso de cada material selecionado (Schlarb, 2005). A seleção dos materiais deve obedecer a critérios de preservação, recuperação e responsabilidade ambiental, ou seja, a seleção dos materiais deve ser feita de acordo com o local onde o PIE será implementado (geografia, ecossistema, cultura, etc.), de forma a contribuir para conservar e melhorar o meio ambiente.

Existem atualmente alguns materiais de construção manufaturados a partir de resíduos dispostos, por exemplo, as embalagens descartadas podem ser re-utilizadas para a manufatura de telhas; a areia de fundição, utilizada para manufaturar os moldes de peças de automóvel, pode ser reutilizada no processo de produção dos blocos de concreto (Araújo, 2005).

Entre alguns problemas enfrentados pela arquitetura e construção sustentáveis pode-se destacar (Lowe, 2005):

- ↳ Desinformação dos profissionais que muitas vezes não têm a consciência nem a formação necessária para preocupar-se com o meio ambiente.
- ↳ Inadequações do conhecimento técnico dos projetistas.
- ↳ Falta de planejamento das etapas de projeto.
- ↳ A falta de incentivo governamental.
- ↳ Os materiais nem sempre estão disponíveis no mercado.
- ↳ Os fabricantes são poucos e dispersos. Apesar de muitas vezes os materiais ecológicos terem um preço mais baixo, o custo do frete pode encarecer a obra.
- ↳ Os erros de projeto arquitetônico como o excesso de reentrâncias ou a falta de arejamento em uma construção.

O Instituto dos Arquitetos dos EUA desenvolveu um documento intitulado Diretrizes para a Arquitetura e para a Construção Sustentáveis (2005). Este documento apresenta como um dos aspectos os mais difíceis de um projeto arquitetônico sustentável, a seleção de materiais, produtos e tecnologias locais apropriados. Segundo apresentado

neste documento, a especificação destes materiais, produtos e tecnologias locais ou regionais apresenta como vantagens:

- ↳ Estimulo à economia local e regional.
- ↳ Redução da poluição.
- ↳ Incentivo à formação de negócios ambientais locais ou regionais.
- ↳ Aumento da consciência ambiental comunitária.

A título de síntese, Schlarb (2002) apresentou alguns elementos que para ela devem ser considerados no projeto das instalações, na seleção dos materiais e equipamentos e para o projeto urbano de um PIE. Estes elementos estão apresentados na tabela 13.

Tabela 13: Sugestões para as Etapas de Projeto Urbano e de Construção

Sugestões para as etapas de projeto urbano e de construção de um PIE
Projeto das Instalações
<ul style="list-style-type: none"> • Orientação das instalações: considerar o micro-clima local: direção dos ventos, temperatura e precipitação • Planejar as instalações voltadas para o norte geográfico (maior incidência de luz natural) • Conforto ambiental (insolação, ventos dominantes, entorno, materiais selecionados). • Avaliar o desempenho ambiental de toda a instalação considerando o seu ciclo de vida. • Considerar a possibilidade de co-geração de energia ou energia em cascata. • Considerar a possibilidade de reuso de água e captação de águas pluviais. • Considerar o ciclo de vida e desempenho dos materiais.
Seleção de Materiais e de Equipamentos
<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar materiais e equipamentos que não impactem severamente o meio ambiente. • Preferir materiais recicláveis • Utilizar um sistema flexível de aquecimento, ventilação e ar condicionado.
Projeto Urbano
<ul style="list-style-type: none"> • Preservar as características dos ecossistemas dentro dos limites do terreno. • Incorporar elementos do ecossistema (vegetação) ao projeto urbano e de infra estrutura. • Manter as espécies nativas. • Considerar a orientação do terreno e o micro clima. • Utilizar espécies vegetais que possam melhorar as condições climáticas locais.

Fonte: Schlarb, 2002.

4.3.2. Ocupação e Gestão do PIE

Ao final da etapa de construção, quando as instalações estiverem prontas tem início à etapa de ocupação das indústrias e das instalações de uso comum do PIE. Neste 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 estes.

Lowe (2001) sugere algumas ferramentas para facilitar esta etapa do processo:

- ↳ Realização de cursos e seminários com a participação dos parceiros.
- ↳ Um sistema de informações gerenciais onde todos sejam informados sobre os eventos, e assuntos de interesse comum.
- ↳ Realização de encontros informais com o objetivo de integrar a nova “comunidade”.
- ↳ Criação de uma associação das indústrias, responsável por gerenciar seus interesses e possíveis conflitos, e que possa auxiliar no desenvolvimento de sinergias.

A gestão de um PIE envolve dois elementos: a gestão das partes e interesses comuns a todas as indústrias e a gestão das partes e interesses individuais a cada uma delas separadamente (Lowe, 2005).

A equipe responsável por gerir o PIE pode fazê-lo com o auxílio de uma associação de indústrias onde membros de cada uma das indústrias far-se-iam representar e participar do processo decisório e administrativo. Esta equipe teria por funções (Lowe, 2005):

- ↳ Manter o mix correto de indústrias, com o objetivo de viabilizar a troca de resíduos e demais sinergias (serviços).
- ↳ Incentivar e adotar mecanismos que facilitem a troca de resíduos inclusive com o mercado externo.
- ↳ Manter os valores, a cultura e a identidade do PIE como uma comunidade.
- ↳ Resolver conflitos de interesse entre indústrias, e entre estas e os gestores do PIE .
- ↳ Promover parcerias, cooperação, sinergias entre as indústrias.
- ↳ Manter o PIE atrativo aos potenciais interessados.

- ↳ Manter-se informado sobre tendências, tecnologias e oportunidades de negócios.
- ↳ Incentivar a melhoria contínua.
- ↳ Gerir e manter os serviços e as partes de uso comum.
- ↳ Promover e viabilizar as atividades e as iniciativas que beneficiem a comunidade local.
- ↳ Promover o PIE com o objetivo de obter uma maior vantagem competitiva e acesso a novas camadas do mercado.
- ↳ Gerenciar as unidades de uso comum.
- ↳ Manter um serviço de suporte às indústrias visando auxiliá-las no cumprimento e adequação a leis e regulamentos (como por exemplo, o licenciamento ambiental).
- ↳ Coordenar a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) coletivo.
- ↳ Manter uma linha direta de contato com instituições públicas e privadas (agência de proteção ambiental, agência de energia, companhia de água, associação de indústrias).

Com base em estudos desenvolvidos em outros países, Lowe (2001) destacou as principais dificuldades encontradas pelos gestores:

- ↳ Interdependência: receio de algumas indústrias de tornarem-se interdependentes: a autonomia de cada uma das indústrias deve ser respeitada ao máximo.
- ↳ Adequação das indústrias à convenção / código de conduta interno.
- ↳ Negociação de acordos e contratos entre as indústrias quanto às sinergias (resíduos, serviços, relação cliente – fornecedor).

Rosenthal e McGalliard (1998) destacaram algumas áreas de integração onde os gestores do PIE poderiam atuar fomentando o desenvolvimento de parcerias entre as indústrias, ou seja, áreas onde os serviços podem ser compartilhados, resultando em menores custos operacionais para todas as partes envolvidas.

Tabela 14: Áreas de Integração entre as Indústrias de um PIE

Áreas de integração entre as indústrias de um PIE / Serviços Compartilhados	
Qualidade de vida / Comunidade Melhores condições de trabalho Programas educacionais comunitários Programas sociais Participação no planejamento local	Sistema Informação /Comunicação Sistema de comunicação interna e externa Sistema de monitoramento das atividades Compatibilidade dos sistemas de informática Sistema integrado de gestão de informações
Materiais Aquisição de materiais e serviços comuns Relação cliente / fornecedor Sinergias de resíduos	Marketing Selo promocional do PIE (eco label) Propaganda compartilhada (revista, jornal)
Transporte Comutação (transporte compartilhado) Transporte de produtos / matérias-prima Transporte de pessoal (externo e interno) Manutenção de veículos Logística integrada	Processo Produtivo Prevenção da poluição Redução / reutilização de resíduos. Manutenção de equipamentos (peças) Equipe de manutenção compartilhada Equipamentos compartilhados. Aquisição de materiais e serviços comuns Tecnologias compartilhadas e integradas
Saúde, segurança e meio ambiente Prevenção de acidentes Resposta a emergências / acidentes Minimização de resíduos gerados e dispostos Técnicas de arquitetura e construção sustentáveis Sistema de informações ambientais compartilhado Licenciamento para o PIE (umbrella permitting)	Recursos Humanos Processo de seleção de pessoal Planos de benefícios comuns Programas de bem-estar social Serviços comuns (pagamento, manutenção, segurança, limpeza, restaurantes) Treinamento e capacitação de pessoal.
Energia Construções sustentáveis. Técnicas de conforto ambiental. Utilizar se possível: cogeração de energia, energia em cascata, fontes renováveis de energia .	

Fonte: Rosenthal &. McGalliard, 1998.

a. Convenção do PIE

Com o objetivo de viabilizar a gestão das partes e serviços de interesse comum, os gestores são responsáveis por desenvolver e fazer cumprir convenções/ regulamentos internos para assim, evitar futuros conflitos entre as indústrias e entre estas e os gestores.

A definição de uma convenção/ 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. Esta convenção estabelece limites de conduta das indústrias e demais membros e pode até mesmo definir / limitar as tipologias indústrias que podem integrar

o PIE. A definição de como e quais medidas devem ser adotadas depende das características e elementos próprios a cada PIE e dos atores envolvidos no processo.

Uma Convenção deve definir no mínimo (<http://www.jurisway.com.br/v2/modelos.asp>):

- ↳ A discriminação das áreas de uso de propriedade exclusiva e das áreas de condomínio;
- ↳ O uso das partes comum;
- ↳ As regras de uso das partes e serviços comuns;
- ↳ Encargos, forma e proporção das contribuições dos condôminos para as despesas de custeio comuns e para as despesas extraordinárias;
- ↳ Mecanismo para eleição do gestor e do conselho administrativo;
- ↳ As atribuições do gestor e sua equipe (definição de suas funções);
- ↳ Modo e o prazo de convocação das assembleias gerais dos condôminos;
- ↳ Fórum para os diversos tipos de votações;
- ↳ A forma e o quórum para as alterações de convenção;
- ↳ A forma e o quorum para a aprovação de regimento interno, quando não incluídos na própria convenção.

Cada ocupante do PIE deve ter a liberdade de se manifestar sobre as instalações e serviços de uso comuns e sobre os interesses da comunidade. Assim, a Convenção adquire *status* de lei maior entre os seus ocupantes. Para atingir este estágio de sintonia na comunhão de interesses diversos é necessária a realização de assembleias, que resultem, em decisões coletivas onde à vontade da maioria prevalece sobre as demais.

Lowe (2001) sugere que a convenção do PIE seja elaborada em uma parceria entre os gestores, as indústrias e instituições públicas e privadas. Para Lowe (2001) alguns aspectos que devem ser incluídos na convenção incluem:

- ↳ 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 infra-estrutura, 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 a promoção de cursos, seminários e programas de treinamento e capacitação de pessoal.
- ↳ Incentivo a colaboração e ao desenvolvimento de ações em pró da comunidade local.

Nos EUA, alguns PIEs, como Londonderry e Cape Charles, por terem desenvolvido seus códigos e convenções muito severos e restritivos tiveram problemas em atrair indústrias, afastando potenciais interessados. Em Cape Charles, por exemplo, além de a convenção definir quais tipologias industriais poderiam integrar o PIE, ela estabeleceu, também os materiais, as tecnologias e as técnicas construtivas que deveriam ser utilizados pelas indústrias (<http://sustainablepark.com>).

b. Certificação Ambiental:

Um dos elementos apresentados por Lowe (2001, 2005), Chertow (2000), Schlarb (2001) e outros autores, que caracteriza um PIE é a adoção de um sistema de gestão ambiental (SGA). O SGA é uma ferramenta que vem sendo implementada por organizações, empresas, indústrias e distritos industriais ao redor do mundo, inclusive no Brasil.

De forma sumária, entre as razões que levam as empresas a implementarem um SGA, cabe destacar (Viterbo Jr, 1998):

- ↳ Procedimentos obrigatórios de conformidade com a legislação ambiental;
- ↳ Fixação de políticas ambientais que visem à conscientização dos atores envolvidos;
- ↳ Conservação do meio ambiente;
- ↳ Uma melhor qualidade de seus serviços, produtos e ambiente de trabalho;
- ↳ Acesso a um determinado segmento de mercado;
- ↳ Melhoria contínua;
- ↳ Satisfação da própria sociedade com a contribuição social e o respeito ao meio ambiente; e,
- ↳ Atender à crescente demanda ambiental do mercado nacional e/ ou internacional.

A busca de procedimentos gerenciais ambientalmente corretos resulta na adoção do SGA. Indústrias como a Ford, vêm exigindo que seus fornecedores possuam um SGA, sendo este um condicionante para a realização de qualquer negócio.

A norma ISO 14.000³³ auxilia as indústrias na implantação do SGA³⁴, definindo seus elementos, auxiliando no processo de iniciar, aprimorar e manter o SGA. O objetivo

33 Dentre as normas da série ISO 14000 apenas a ISO 14001 é “certificável”, sendo a ISO 14004 um guia de implantação da ISO 14001.

34 A ISO 14000 define o SGA como “a parte do Sistema de Gerenciamento Global que inclui a estrutura organizacional, o planejamento de atividades, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para o desenvolvimento, implementação, alcance, revisão e manutenção da política ambiental”.

geral desta norma é fornecer assistência para as organizações³⁵ na implantação ou no aprimoramento de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Esta norma apresenta as diretrizes para o desenvolvimento e implementação de princípios e sistemas de gestão ambiental SGA, bem como sua coordenação com outros sistemas gerenciais. Tais diretrizes são aplicáveis a qualquer organização, independente do tamanho, tipo ou nível de maturidade, que esteja interessada em desenvolver, implementar e /ou aprimorar um SGA. As diretrizes baseiam-se nos elementos centrais do SGA, utilizados para certificação, encontrados na ISO 14.001, além de princípios e elementos adicionais que a organização poderá considerar.

Um SGA é caracterizado por cinco princípios (Norma ISO 14.004) (Hillary, 2003):

- ↳ Comprometimento e política - é recomendado que a organização defina sua política ambiental³⁶ e assegure o comprometimento com o seu SGA.
- ↳ Planejamento - é recomendado que a organização formule um plano para cumprir sua política ambiental.
- ↳ Implementação - para uma efetiva implementação é recomendado a organização desenvolver capacitação e mecanismos de apoio necessários para atender sua política, seus objetivos e metas ambientais.
- ↳ Medição e avaliação - é recomendado a organização medir, monitorar e avaliar seu desempenho ambiental.
- ↳ Análise crítica e melhoria - é recomendado que a organização reveja, analise e aperfeiçoe continuamente seu SGA, com o objetivo de aprimorar seu desempenho ambiental.

³⁵ As normas da Série ISO definem organização como qualquer companhia, corporação, firma, empresa ou instituição, ou parte ou combinação destas, pública ou privada, sociedade anônima, limitada ou com outra forma estatutária, que tem funções e estrutura administrativa próprias.

³⁶ Em relação à Política Ambiental, a NBR – ISO 14.001 estabelece que a alta administração deve definir a política ambiental da organização e assegurar que ela: seja apropriada à natureza, à escala e aos impactos ambientais de suas atividades; inclua o comprometimento com a melhoria contínua e com a prevenção da poluição; inclua o comprometimento com o atendimento à legislação e normas ambientais aplicáveis e demais requisitos subscritos pela organização; forneça a estrutura para o estabelecimento e revisão dos objetivos e metas ambientais; seja documentada, implementada, mantida e comunicada a todos os empregados; esteja disponível para o público. Com base em uma avaliação ambiental inicial e em uma meta de desempenho ambiental a ser atingida, a organização discute, define e fixa o seu comprometimento e a respectiva política ambiental. A política ambiental da organização deve estar disseminada e fazer parte de toda a empresa (setores administrativos e operacionais, ou seja, da alta administração à linha de produção).

O SGA deve ser continuamente monitorado e renovado, direcionando as atividades ambientais da organização em resposta a novos fatores internos e externos. Todos os membros da organização devem assumir a responsabilidade pela melhoria ambiental contínua.

A certificação de sistemas de gestão ambiental – SGA permite concluir que a organização possui uma política ambiental e que está implementando-a em conformidade com os requisitos da norma referencial ISO 14001. Cabe destacar que todos os elementos especificados na Norma ISO 14.001 devem ser incorporados a um SGA, porém, o nível de aplicação depende de fatores como: a política ambiental da organização, a natureza de suas atividades e as condições em que opera.

Assim, para que um parque industrial seja caracterizado como um PIE, este deve possuir como um todo um SGA (Lowe, 2001). Geng e Côté (2003) identificaram alguns benefícios de resultantes da inserção de um Sistema de Gestão Ambiental – SGA em um PIE:

- ↳ Para as indústrias: possibilidade de combinação com o Sistema de Gestão da Qualidade baseado na ISO 9001, maior responsabilidade ambiental, conformidade com leis e regulamentos ambientais, criação de uma imagem positiva no mercado (marketing verde), acesso a novas camadas do mercado. A padronização e a sistematização facilitam a gestão do PIE. Para Geng e Côté (2003), a “gestão ambiental é parte da gestão pela qualidade total”.
- ↳ Econômicos: redução dos gastos excessivos com materiais, água e energia;
- ↳ Para os trabalhadores: melhoria das condições de segurança e de trabalho, maior capacitação de pessoal (educação, treinamentos), redução dos riscos e perigos para a saúde do trabalhador, minimizando a possibilidade de acidentes.
- ↳ Comerciais: acesso a novos mercados, maior satisfação dos clientes, ferramenta para atrair capital no mercado interno e externo (foreign direct investment - os investidores externos tem com a certificação a garantia que a infra-estrutura e as instalações estão de acordo com os padrões internacionais).
- ↳ Meio Ambiente: melhora na qualidade do meio ambiente, preservação dos ecossistemas e da biodiversidade local, redução no consumo dos recursos naturais.

↳ Para o PIE como um todo: maior vantagem competitiva, acesso a novas camadas do mercado (nacional e internacional), ferramenta para atrair novas indústrias para o PIE, atender a crescente demanda de desempenho ambiental do mercado nacional e/ou internacional.

Já Hillary (2003) apresentou algumas dificuldades encontradas pelos gestores para a adoção de um SGA:

1. Falta de recursos humanos (profissionais qualificados)
2. Falta de recursos financeiros para arcar com as despesas com a certificação e contratação de consultores;
3. Falhas no planejamento (após a certificação os resultados encontrados algumas vezes não satisfazem as expectativas das indústrias).
4. Estar em conformidade com os padrões de desempenho definidos no SGA.
5. Adequação a norma ISO 14.000.

Segundo Geng e Côté, a implantação de um SGA no PIE não é o grande desafio encontrado pelos gestores. A falta de colaboração e parceria entre as indústrias pode reduzir as oportunidades conseqüentemente os ganhos ambientais, econômicos e sociais.

c. Operacionalização da Troca de Resíduos

O US-EPA define a sinergia ou permuta de resíduos (BPX – *by product Exchange*), um dos elementos da EI, da SI e dos PIEs, como “a sinergia desenvolvida entre diversas tipologias industriais, atividades agrícolas e a comunidade que resulta na conversão de resíduos em matéria prima e em insumos promovendo assim um desenvolvimento mais sustentável” (Dias & Yates, 2001). Apesar de ser este o conceito que mais atrai a atenção dos investidores e indústrias, conforme apresentado ao longo deste capítulo, a BPX é apenas um dos elementos que compõe um PIE, outros elementos de gestão devem fazer parte do PIE, sempre com o objetivo maior de preservar o meio ambiente (minimizar o consumo de recursos naturais e os impactos causados pela atividade

industrial), obter melhores condições de trabalho e qualidade de vida para a comunidade local e obter um melhor desempenho econômico para as indústrias.

Lowe (2001) apresenta alguns dos problemas encontrados ao implementar-se a BPX:

- ↳ Falta de diretrizes que estimulem a BPX entre as indústrias em vez de sua destinação final em aterros.
- ↳ Falta de parceiros que permitam a BPX: caso não exista o mix ideal de tipologias industriais no PIE, muitos dos resíduos gerados não podem ser permutados.
- ↳ A quantidade de resíduos gerada pode não ser suficiente para atender a demanda interna. Parceiros externos poderão neste caso fazer parte da BPX (*eco industrial network*).
- ↳ A responsabilidade pelo transporte e armazenamento dos resíduos (produtor x consumidor).
- ↳ Custo financeiro: os gastos com a realização da BPX podem ser maiores do que os gastos com a disposição final dos resíduos, a indústria pode assim, preferir investir seu capital em investimentos com retorno de curto prazo.
- ↳ Falta de cultura das indústrias não acostumadas ao reuso dos resíduos.
- ↳ Falta de confiança e parceria entre indústrias. Os gestores do PIE devem fomentar o desenvolvimento de parcerias.
- ↳ Falta de instalações e procedimentos adequados ao manuseio e armazenamento dos resíduos.
- ↳ Inexistência de infra-estrutura que permita o intercâmbio.
- ↳ Ausência de profissionais qualificados.
- ↳ Falta de padronização dos resíduos. A realização de um inventário de resíduos gerados por cada tipologia industrial, classificando e quantificando cada um destes resíduos, segundo normas existentes, facilita o desenvolvimento da BPX.

Lowe (2001), sugere para solucionar alguns destes problemas, que a BPX não seja limitada às indústrias do PIE, parceiros externos devem fazer parte da BPX (*eco industrial network*). A título de exemplificação, o Estado da Carolina do Norte, EUA, desenvolveu um projeto de BPX em parceria com o Triangle J Council of Governments,

com a Universidade de North Carolina, com a Universidade de Duke, com o US-EPA e com outros órgãos públicos do Estado, envolvendo um grupo de 182 indústrias ³⁷, localizadas em uma determinada região geográfica. Este projeto criou um *network* envolvendo este grupo de indústrias localizadas em uma determinada região do Estado da Carolina do Norte, onde identificaram-se através de questionários possíveis sinergias de resíduos. Foi utilizado o Sistema de Informação Geográfico (SIG) para mapear as indústrias e foi realizado um inventário dos resíduos gerados por cada uma delas. Assim, foi possível realizar sinergias de resíduos entre um grupo maior de tipologias industriais, aumentando a gama de parceiros, sem que as indústrias tivessem que relocar para uma outra região (ver Kincaid, 1999, para maiores detalhes).

Outros exemplos de BPX encontrados na literatura são: Tampico, México; Alberta, Canadá; Norte do Texas, EUA; Monterrey, fronteira EUA/México e Montreal, Canadá (ver Dias & Yates, 2001, para maiores detalhes).

Dias & Yates (2001), analisando comparativamente estes exemplos de BPX, destacaram algumas características comuns a eles:

- ↳ Projetos desenvolvidos a partir de iniciativas governamentais: Carolina do Norte e Monterrey.
- ↳ Projetos desenvolvidos pela iniciativa privada: Tampico (World Business Council for Sustainable Development – WBCSD), Alberta, Norte do Texas e Montreal.
- ↳ Participação da comunidade civil.
- ↳ Proximidade dos objetivos e metas dos atores envolvidos
- ↳ Projetos desenvolvidos em parceria com a universidade.
- ↳ Participação de agências ambientais (concessão de licenças ambientais tipo guarda chuva, onde o PIE como um todo é licenciado).
- ↳ Desenvolvimento de um inventário e de um banco de dados de resíduos (quantidade gerada, qualidade, classificação, especificações do resíduo).
- ↳ Confiança e cooperação entre os parceiros.
- ↳ Visão gerencial cooperativa em busca do desenvolvimento coletivo e não do individual.

³⁷ O projeto inicialmente envolveu um grupo de 343 indústrias, mas somente 182 aceitaram em participar.

- ✧ Participação de uma instituição de apoio (*broker*) identificando oportunidade e viabilizando a parceria entre as indústrias.

Lowe (2005) ao analisar os projetos acima, listou alguns fatores para orientar os gestores no desenvolvimento de BPX.

- ✧ Selecionar inicialmente uma indústria âncora - a indústria âncora desempenha um papel de liderança no PIE, a partir de sua definição outras tipologias industriais são selecionadas.
- ✧ Conscientizar os atores envolvidos dos benefícios econômicos, sociais e ambientais da BPX. - algumas formas de conscientização incluem a realização de workshops, seminários, publicações.
- ✧ Selecionar um responsável interno ou externo para coordenar a BPX (instituições públicas, privadas, *broker*, universidade).
- ✧ Incentivar a formação de equipes para auxiliar no desenvolvimento do processo.
- ✧ Caracterizar o fluxo interno de energia, água e materiais.
- ✧ Obter e analisar os dados das indústrias parceiras (matéria-prima, resíduos, água e energia e demais insumos).
- ✧ Identificar barreiras e desenvolver estratégias para solucioná-las.
- ✧ Desenvolver uma estratégia de planejamento que permita expandir a BPX do PIE para uma região maior, a exemplo do estado da Carolina do Norte.
- ✧ Desenvolver estratégias e fornecer todo o apoio necessário (administrativo, legal, etc) para que as indústrias consolidem acordos e parcerias.
- ✧ Monitorar o processo, mapear as BPX (SIG – sistema de informações geográficas)
- ✧ Definir indicadores e metas de desempenho.
- ✧ Desenvolver um sistema de informações gerenciais integrado que disponibilize aos participantes um *feedback* do projeto.

As experiências apresentadas acima demonstram a necessidade de uma instituição sem fins lucrativos, uma instituição acadêmica / universidade, um comitê gestor ou mesmo de um *broker* para gerenciar e intermediar o processo de troca de resíduos, de forma a impulsionar uma maior participação e cooperação entre as indústrias. O inventário de

resíduos é outro fator para alavancar o processo, pois a partir dele são identificadas às possibilidades e as estratégias necessárias para realizar as sinergias.

Cabe destacar, que a velocidade com que é implantado um processo de BPX depende do interesse dos atores envolvidos, ou seja, indústrias, gestores, instituições públicas e privadas parceiras do projeto e da comunidade em cooperar e desenvolver este tipo de parceria. Conforme dito anteriormente, um PIE não deve ser desenvolvido exclusivamente em torno da BPX, este é apenas um de seus possíveis elementos, que deve ser operacionalizado depois que outros elementos de gestão cooperativa, serviços de uso comum e demais parcerias entre as indústrias sejam viabilizados.

5. Estudo de Caso: o PIE de Paracambi

5.1. Caracterização do Município

5.1.1. Breve Histórico

O Município de Paracambi foi criado a 08 de agosto de 1960, pela Lei n. ° 4.426, da união de dois distritos: o 7º de Vassouras, denominado Taireté, e o 3º de Itaguaí, denominado Para-camby³⁸, separados geográfica e politicamente pelo Rio dos Macacos.

O primeiro povoado local, que originou o município de Paracambi, foi criado em 1820, após a expulsão dos jesuítas da região, denominado freguesia de São Pedro e São Paulo do Ribeirão das Lages. Em 1861, foi inaugurado o ramal da estrada de Ferro Dom Pedro II entre “Macacos e Belém” (atuais Paracambi e Japeri), com o objetivo de facilitar o escoamento de café da região do Vale do Paraíba, resultando em um acentuado crescimento nos setores agrícola e pecuária. A ferrovia contribuiu para a implantação, em 1869, da fábrica de tecidos Cia Têxtil Brasil Industrial, em 13 de setembro de 1871, marcando uma nova fase de crescimento econômico para a região. A partir desta data, a população começa a aumentar, com a chegada das famílias de operários (Prefeitura de Paracambi, 2003).

No início do século XX novos grandes empreendimentos foram sendo implantados e o Município viveu momentos de desenvolvimento e decadência econômica. Em 1924 foi inaugurada a Fábrica de Juta e Papelão que se transformou em 1927 na Fábrica de Tecidos Maria Cândida. A Vila foi se desenvolvendo com a economia centrada nas duas indústrias têxteis, na produção de laranjas e de café e no comércio. Somente em 1951, a vila começa a expandir a sua área urbana, resultando na criação de uma série de loteamentos. Um dos fatores desta expansão foi à implantação da Siderúrgica Lanari que gerou até 2500 empregos, funcionando de 1954 até 1977.

A crise mundial do setor têxtil provocou a redução gradativa das atividades da Fábrica de Tecidos Brasil Industrial, que em seu auge chegou a gerar mais de 5.000 empregos, culminando no seu fechamento em 1996. A partir deste momento, o conjunto fabril com 78.467,67 m² e 30.000 m² de área construída ficou sem uso. Com o objetivo de resgatar este marco arquitetônico e cultural e gerar emprego e renda para a cidade, o Poder

Público local adquiriu, em 2002, a Fábrica de Tecidos Brasil Industrial, onde foi implementado o Centro Tecnológico Universitário de Paracambi – CETEUP. A tabela 15 apresenta um breve resumo cronológico do município de Paracambi.

Tabela 15: Resumo Histórico Cronológico

Resumo Histórico Cronológico	
1820	Surgimento do povoado de São Pedro e São Paulo. Caminho obrigatório das tropas que subiam para o Vale do Paraíba.
1861	Inauguração da Estrada de ferro D. Pedro II – Entrepasto de café
1869	Início da instalação da Fábrica Brasil Industrial
1874	Inauguração da Cia Têxtil Brasil Industrial
1888	Crescimento da população do povoado e declínio e esvaziamento das fazendas com a abolição da escravatura.
1924	Instalação da Fábrica de Juta e Papelão.
1927	Transformação da Fábrica Juta/ Papelão em Fábrica de Tecidos Maria Cândida.
1954	Inauguração da Siderúrgica Lanari
1960	Emancipação do Município de Paracambi, da união de dois distritos: o 7º de Vassouras, denominado Taireté e o 3º de Itaguaí, denominado Paracamby.
1977	Fechamento da Siderúrgica Lanari
1996	Fechamento da Fábrica de Tecidos Brasil Industrial
2001	Instalação do Condomínio Industrial em Lages, oferecendo incentivos fiscais e cessão de área em terras da Prefeitura. Definição de área da Prefeitura, no bairro Bom Jardim para instalação de usina de geração de energia elétrica (Termelétrica da Light).
2002	Implantação do Centro Tecnológico Universitário de Paracambi – CETEUP nas instalações da antiga Fábrica Brasil Industrial, adquirida pela Prefeitura.
2002	Início da instalação do Condomínio Industrial no Bairro Cabral, oferecendo incentivos fiscais e área em terras da Prefeitura.

Fonte: Prefeitura de Paracambi, 2003

5.1.2. Características Geográficas e Sócio-Econômicas

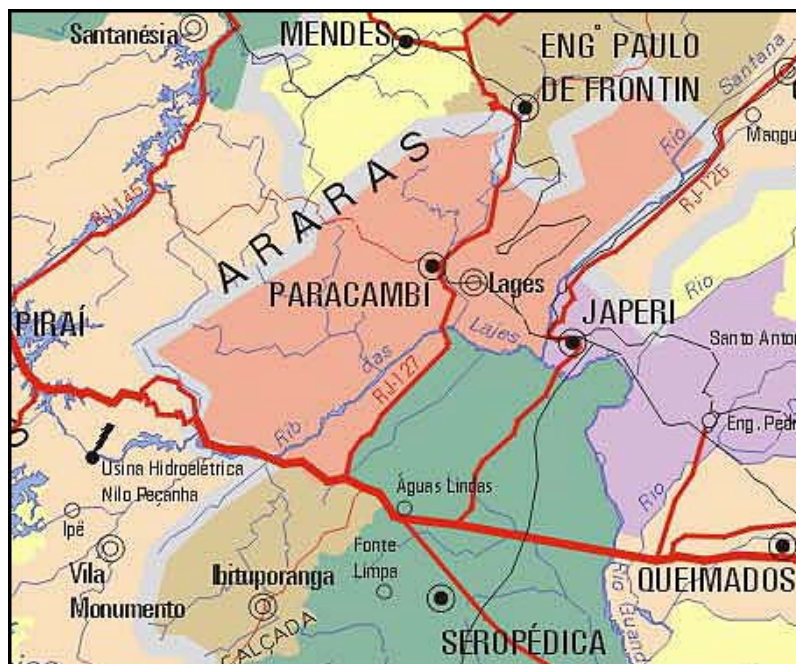
O município de Paracambi é um dos 17 municípios que integram a RMRJ. Localizado no limite Noroeste da Região, a aproximadamente 80 km da capital do Estado do Rio de Janeiro, Paracambi possui 170 km² de extensão territorial, o que corresponde a 3,7% da área da RMRJ e a 0,4% da área do Estado (IBGE, 2006). A população de Paracambi em 2006 era de 43.467 habitantes (IBGE), representando 3,9% da população da RMRJ e 2,9% da população do Estado.

O município está situado às margens da Rodovia Presidente Dutra (Br 116). Na altura do km 212 se inicia o acesso à sede municipal, através da Estrada RJ 127, que atravessa o Município no sentido longitudinal, sendo esta a via de ligação entre os principais bairros e o centro do Município. Paracambi limita-se ao norte com Paulo de Frontin e

³⁸ A Lei nº 536 de 19 de dezembro de 1901 criou o 3º Distrito de Itaguaí, denominado Para-Camby

Mendes, a noroeste com Pirai, ao sul com Itaguaí e Seropédica, e a sudeste com Japeri (IBGE, 2006). A figura 12 apresenta a localização de Paracambi e dos municípios limítrofes

Figura 12: Município de Paracambi e municípios limítrofes.



Fonte: Prefeitura de Paracambi, 2003.

A ocupação urbana de Paracambi se concentrou na área central da cidade, resultando em um processo de crescimento urbano desordenado. Segundo estudo realizado pelo TCE (2004), 91% da população reside nesta zona urbana central. Paracambi possui atualmente os seguintes instrumentos de gestão municipal: Lei Orgânica, Plano Diretor³⁹, Lei de Perímetro Urbano e Lei de Zoneamento. O Plano Diretor, vigente em Paracambi, data de 1992 e esta em processo de revisão desde o início de 2006. Quanto a Lei de Zoneamento, sua alteração pode ser considerada como um primeiro passo para tentar resolver a questão da falta de empregos e fomentar o crescimento econômico (www.paracambi.rj.gov.br, acessado em março de 2007).

23. A partir da aprovação do Estatuto da Cidade - Lei Federal 10257/2001, todos os Municípios com mais 20.000 habitantes e/ou situados em Regiões Metropolitanas (como é o caso de Paracambi) estão obrigados a elaborar ou revisar seus Planos Diretores. Em Paracambi esse processo teve início em janeiro de 2006, e vem sendo conduzido pela Prefeitura, sob a coordenação geral da Secretaria de Planejamento.

No município de Paracambi, assim como em outros municípios da RMRJ, ainda existem problemas relacionados à habitação, transporte, saneamento, saúde, educação, trabalho, segurança, além da crescente degradação do meio ambiente (Ecologus, 2001).

Na área social, Paracambi tem Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) que o coloca na 39^a posição no estado. Uma das razões é sua taxa de alfabetização de 90% da população, contra uma média de 94% no estado (prefeitura de Paracambi, 2004). Na área educacional, o município mostrou crescimento no acesso de crianças e adolescentes ao ensino fundamental.

O crescimento do município desde a sua origem se deu de forma desordenada. O crescimento populacional não foi acompanhado pelo mesmo crescimento econômico, resultando em problemas quanto à geração de empregos e disponibilidade de infraestrutura no município. Devido a este crescimento desigual da população em relação aos fatores econômicos, o município apresenta-se hoje com características de cidade dormitório. É neste contexto que a prefeitura vem inserindo o atual processo de revisão da política econômica e social do município (prefeitura de Paracambi, 2004).

O atual governo de Paracambi tem como meta fomentar o Desenvolvimento Econômico do Município. Paracambi possui atualmente 5 indústrias em funcionamento gerando um total de 2000 empregos diretos e 200 indiretos. No complexo da CETEUP existem duas empresas - uma têxtil e uma tecnológica, responsáveis por gerar 100 empregos diretos. A Incubadora de Empresas localizada no CETEUP tem espaço para alocar 07 empresas (prefeitura de Paracambi, 2004).

Ainda com o objetivo de fomentar o desenvolvimento econômico local, foi assinada a Lei 552 de 05 de fevereiro de 2001, autorizando o poder executivo local a conceder incentivos as empresas que venham a se instalar no município e realizem investimentos que contribuam para o desenvolvimento econômico e a geração de empregos locais. Entre os incentivos, cabe destacar: isenção ou redução no pagamento de taxas municipais, do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), do Imposto de Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN); instalação de infra-estrutura, concessão de direito real de uso da área municipal e assessoria técnica para a obtenção de licenças. Estes incentivos são concedidos por prazo determinado, podendo variar em função do volume de investimento realizado.

Outra medida adotada pelo governo foi, através da Lei nº. 587 de 16 de julho de 2001, regulamentada pelo Decreto nº. 937 de 23 de julho de 2001, alterar as delimitações e as especificações das Zonas Territoriais (ZT), passando algumas áreas rurais para a categoria de Áreas Especiais Industriais (AEI). Para isso, foi adquirida pelo governo municipal em parceria com o governo do Estado um terreno às margens da RJ/127, denominado Condomínio Industrial I, com uma área de 2.500.000 m², localizado a 600 m da Rodovia Presidente Dutra e a 11 km do Centro de Paracambi. Um segundo condomínio industrial foi também criado pela prefeitura, em terreno de sua propriedade, o Condomínio Industrial II, situado também às margens da RJ/127, com área de 90.000m². A alteração das ZTs em AEIs aliado à Lei de Incentivos teve por objetivo maior aumentar o número de empreendimentos passíveis de se instalarem na região, contribuindo para a dinamização da economia local e para a geração de emprego e renda (secretário de planejamento do município de Paracambi, 2004). Tais instrumentos devem, porém, ser acompanhados por um planejamento sócio-ambiental adequado de forma a garantir o equilíbrio entre o desenvolvimento sócio-econômico e a qualidade do meio-ambiente. A Lei e o Decreto estão apresentados no Anexo 5.

Do ponto de vista da infra-estrutura de viária e de transporte, o acesso ao município, conforme dito anteriormente, é feito através da Rodovia Presidente Dutra (BR 116) e da Rodovia RJ 127. Outro possível acesso é a rodovia RJ 093 que liga o município de Japeri a Paracambi. Através da RJ 465, que está localizada antes do pedágio da Dutra, é feito o acesso ao porto de Sepetiba. À distância da entrada da cidade ao porto é de aproximadamente 28 km (prefeitura de Paracambi, 2004).

Quanto à infra-estrutura ferroviária, o Município de Paracambi é cortado por dois ramais ferroviários: o ramal de passageiros, administrado pela Empresa Supervia, que interliga o centro da cidade do Rio de Janeiro, via Japeri ao centro do Município, e o ramal com linhas de carga e passageiros que liga Barra do Piraí a Japeri (Ecologus, 2001).

A malha de carga de trens, administrada pela Empresa MRS, permite o acesso direto ao Porto de Sepetiba, ao Porto do Rio de Janeiro, aos Estados de Minas Gerais e de São Paulo e conseqüentemente aos demais Estados do País. Quanto às linhas de ônibus,

operam no Município as empresas Normandy, Real, Flores, Cidades das Rosas /Paracambi, ligando o Município à Região Centro-Sul, Baixada e Capital.

Do ponto de vista da infra-estrutura energética, Paracambi possui cerca de 11.788 ligações elétricas (prefeitura de Paracambi, 2004). Três hidroelétricas do Estado estão localizadas na região do Município de Paracambi (Nilo Peçanha, Fontes Nova e Pereira Passos), todas pertencentes à Concessionária Light, que é a distribuidora de energia elétrica local (prefeitura de Paracambi, 2004).

Em relação ao gás natural, o principal gasoduto da Petrobrás, no Estado do Rio de Janeiro, cruza o Município de Paracambi, na entrada da cidade. A construção de um “City Gate”⁴⁰ e de estações de medição na cidade permitiram que, a partir de 2006, o município tivesse acesso ao gás natural. A construção do “City Gate” possibilita que indústrias ligadas ao setor de polímeros, pela sua proximidade do Pólo Gás Químico de Duque de Caxias, se estabeleçam no município, possibilitando também a criação de Termelétricas (www.paracambi.rj.gov.br, março de 2007).

Do ponto de vista dos recursos hídricos, Paracambi esta localizada na bacia hidrográfica do rio Guandu, a montante do afluente Ribeirão das Lajes⁴¹, sub-manancial da cidade do Rio de Janeiro, administrado pela Companhia Estadual de Águas (CEDAE). O abastecimento de água para o município é feito pelo manancial da represa de Ribeirão das Lajes, sob a responsabilidade da CEDAE (Ecologus, 2001).

Paracambi possui 67,5% dos domicílios com acesso à rede de distribuição de água, 27,1% com acesso à água através de poço ou nascente e 5,4% têm outra forma de acesso (TCE, 2004).

Em relação ao esgotamento sanitário, este é de responsabilidade da prefeitura. A rede de esgoto atende basicamente o centro urbano. As áreas fora desta região não possuem

⁴⁰ O “City Gate” consiste em uma estação onde é feita a redução do gás proveniente da tubulação principal, distribuindo o produto e criando condições de seu uso. No caso de Paracambi, o “City Gate” está sendo construído em gasoduto da Petrobrás que corta a região, permitindo assim, que as empresas que utilizem gás como energético se instalem no município.

⁴¹ Os seguintes rios integram a sub-bacia do Rio Guandu: Ribeirão das Lajes, Macaco, Poços, Queimados, Cabuçu, Guandu, Ipiranga. Os rios Guandu e Ribeirão das Lajes fazem parte da sub-

rede de coleta, desta forma, o esgoto é lançado em fossas, valas ou diretamente no corpo hídrico.

A coleta de lixo também é de responsabilidade da prefeitura. O lixo coletado é depositado em lixões a céu aberto. Existe um projeto tramitando em Paracambi prevendo a construção de um aterro sanitário no município. Segundo o secretário de planejamento do município de Paracambi (2006), estão sendo realizadas audiências públicas sobre a construção deste aterro sanitário.

Dados apurados no ano 2000 (TCE, 2004) apresentam o seguinte panorama em relação a infra-estrutura de saneamento do município:

- ↳ Rede Coletora de Esgoto Sanitário: atende a 60,1% dos domicílios do município; outros 11,4% têm fossa séptica, 2,7% utilizam fossa rudimentar, 13,4% estão ligados a uma vala, e 11,1% são lançados diretamente em um corpo receptor (rio, lagoa ou mar). O esgoto coletado não passa por tratamento e é lançado no rio dos Macacos, destino final do esgoto de Paracambi.
- ↳ Coleta Regular de Lixo: atende a 89,6% dos domicílios. 1,1% têm seu lixo jogado em terreno baldio ou logradouro, e 7,6% o queimam. O total de resíduos sólidos coletados soma 76 toneladas por dia, cujo destino é um vazadouro a céu aberto (lixão).

Cabe mencionar que a maior parte do material, dados e informações referentes ao PIE de Paracambi, apresentadas ao longo deste capítulo, que tornou possível o desenvolvimento deste estudo foram disponibilizadas pela Secretaria de Planejamento do município de Paracambi.

5.2. Implantação do PIE de Paracambi

Com base nas características, princípios e experiências internacionais apresentados nos capítulos anteriores, apresenta-se neste item as diretrizes iniciais para a implantação do PIE demarcado no município de Paracambi. Conforme apresentados no capítulo 4, não existe um “*one site fits all*” no planejamento de um PIE, ou seja, ele não é rígido, o projeto desenvolvido para um PIE não pode ser adotado integralmente em outro PIE. O planejamento de um PIE deve ser flexível e adaptar-se às características específicas de cada local.

Assim, para o PIE demarcado no município de Paracambi selecionaram-se apenas os elementos do capítulo 4 que se julgaram pertinentes, mais especificamente os elementos descritos nas etapas de planejamento e projeto de um PIE. As etapas de construção e de operação não foram desenvolvidas neste capítulo devido ao estágio inicial em que se encontra o PIE e as limitações deste estudo, podendo ser objeto de um estudo futuro.

Conforme será apresentado ao longo deste capítulo, a inserção dos elementos selecionados nas etapas de planejamento e de projeto se dará de forma gradual, com o objetivo de criar uma “cultura de EI, SI e PIE” no município, aplicar a metodologia apresentada ao longo do capítulo 4 e evitar os “erros” cometidos na implementação de outros PIEs, implementados em outros países. Para isso, foram desenvolvidos quatro cenários. Estes cenários apresentam quatro estágios distintos da implantação deste PIE, a curto, a médio, a longo prazo e finalmente o quarto cenário apresenta a inserção de alguns elementos no PIE com base em elementos que vêm sendo adotados nos países desenvolvidos.

Conforme já mencionado anteriormente, o PIE demarcado no município de Paracambi difere dos demais PIEs implementados na RMRJ, visto que nestes as indústrias já estão instaladas no local, em plena operação. O PIE demarcado no município de Paracambi está localizado em um “*greenfield site*”, ou seja, nada foi construído no terreno, e portanto, pode ser completamente planejado (*from scratch*).

5.2.1. Identificação e Caracterização do Sítio Selecionado

Conforme dito anteriormente, a Lei nº. 587 de 16 de julho de 2001, regulamentada pelo Decreto nº. 937 de 23 de julho de 2001, alterou as delimitações e as especificações das Zonas Territoriais (ZT) no município de Paracambi, passando algumas áreas rurais para a categoria de Áreas Especiais Industriais (AEI). Dentre estas áreas, cabe destacar a área adquirida pelo governo municipal em parceria com o governo do Estado, às margens da RJ/127, que passou a denominar-se Condomínio Industrial I, com uma área de 2.500.000 m², na qual foi criado o PIE de Paracambi. Segundo o relatório emitido pela FEEMA, “O Programa Ecopólo Passo a Passo” (FEEMA, 2002), o PIE de Paracambi foi criado anteriormente aos PIEs de Santa Cruz e de Campos Elíseos, ou seja, antes de setembro de 2002. Ainda segundo este mesmo relatório, “o município de Paracambi implantou o seu distrito industrial dentro do conceito de Ecopólo, contendo toda a infra-estrutura para a instalação das empresas, fornecida pelo governo local”.

O sítio, onde foi demarcado o PIE de Paracambi, oferece algumas vantagens, tais como: acesso totalmente pavimentado, facilidade de acesso aos principais centros urbanos - Rio de Janeiro e São Paulo- via Rodovia Presidente Dutra, que é o pólo de escoamento dos produtos industriais da baixada fluminense; proximidade da cidade de Paracambi, localização em zona industrial, não existência de unidade de conservação próxima, ausência de residências próximas, disponibilidade de água (rede de abastecimento de água da CEDAE), energia elétrica (Light) e gás natural (City Gate).

Em setembro de 2001, a empresa ECOLUGUS realizou um estudo para implantação da Usina Termelétrica de Paracambi no município. Para tanto, este estudo considerou como alternativas locais para o empreendimento os Condomínios Industriais I e II. Este estudo, desenvolvido com base em dados obtidos através de levantamento em órgãos ambientais, instituições atuantes na região e levantamentos primários (caracterização dos meios físico, biótico e sócio-econômico da área de influência do empreendimento), teve por objetivo caracterizar e avaliar os dois condomínios industriais, para assim selecionar aquele que melhor atendesse as demandas do empreendimento (Ecologus, 2001).

A tabela 16 apresenta os resultados obtidos por este estudo para o Condomínio Industrial I, onde, conforme dito anteriormente está localizado o PIE de Paracambi. :

Tabela 16: Caracterização do Condomínio Industrial 1

Caracterização do Condomínio Industrial I	
Fator Locacional	Condomínio Industrial I
Acesso	Rodovia RJ 127
Terraplanagem	Necessita de terraplanagem
Condições Geotécnicas	Não apresenta problemas geotécnicos
Inundação	Área acima da cota de inundação
Fonte de Água	Ribeirão das Lajes – aprox. 1,8 Km da área
Rede de abastecimento de água	CEDAE
Linha de Transmissão	LT 138 kV Light, a cerca de 500 m da área.
Capacidade de Transmissão	Sim
Energia Elétrica	Light
Suprimento de Gás Natural	A partir do City Gate
Proximidade Unidade de Conservação	Não há unidades de conservação de proteção integral em um raio de 10 km a partir do sítio
Emissões Atmosféricas	Não há unidades industriais operando na área
Zoneamento do Solo	Área alterada para ZEI inserida em zona rural.
Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Terreno com cobertura vegetal de pastagem, inserido em área rural.
Concentração Urbana	A comunidade urbana mais próxima dista cerca de 2 km do local.
Efluentes Líquidos	Lançamento no Ribeirão das Lajes, em trecho sem comprometimento com os usos para abastecimento.
Disponibilidade de área de implantação	Área disponível com grandes dimensões, reduzindo os riscos e os impactos do empreendimento sobre a área do entorno.
Aceitação da comunidade	Aceitabilidade pela comunidade e pela prefeitura, que vêem nos novos empreendimentos a possibilidade de dinamização da economia local.

Fonte: Ecologus, 2001

Apesar do estudo realizado, o projeto desenvolvido pela empresa Ecologus para a implantação da Usina Termelétrica de Paracambi no município não foi consolidado.

5.2.2. Seleção do Mix de Indústrias

Neste item buscou-se apresentar as ferramentas utilizadas neste estudo para a seleção do mix de indústrias para o PIE de Paracambi. A aplicação destas ferramentas será apresentado no item 5.2.3.b.

Sob a ótica de uma indústria, o município de Paracambi, associado aos elementos oferecidos por um PIE, possui os fatores de demanda: acesso ao mercado, acesso a fornecedores, mão de obra capacitada (CETEUP), infra-estrutura viária (BR/116, RJ/127), serviço de transporte (ônibus, trem), infra-estrutura básica (luz, água, esgoto, gás), educação, incentivos fiscais (isenção tributária), proximidade do mercado (Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais), boa relação com o governo local, possibilidade de um melhor desempenho ambiental, econômico e social resultante da cooperação e das sinergias entre as indústrias e gestores do PIE, melhora na imagem da indústria perante o mercado resultante da associação da indústria com o meio ambiente (*green image* - marketing verde), treinamento, P&D, marketing e outros serviços compartilhados, economia de matéria prima e demais insumos resultantes da sinergia de resíduos, etc.

Quanto à seleção do mix de indústrias para o PIE de Paracambi, esta foi realizada considerando-se alguns elementos básicos:

- ↳ As tipologias industriais existentes no município,
- ↳ As indústrias que potencialmente poderão vir a se instalar no PIE (em fase de negociação com o município) e, finalmente,
- ↳ Com base nos dois itens anteriores, sugeriram-se outras tipologias industriais que potencialmente poderão desenvolver sinergias (permuta de resíduos, serviços e instalações) com as tipologias industriais previamente consideradas.

Segundo informações obtidas na secretaria de planejamento do município de Paracambi (2006) existem atualmente duas indústrias das seguintes tipologias industriais operando no município: fabricação de tecidos e fabricação de arames. Ainda segundo esta mesma fonte, estão em fase de negociação para se instalarem no PIE cinco tipologias industriais: reciclagem de plásticos, fabricação de tintas, galvanoplastia e fabricação de pregos (ambas na área de metalurgia) e beneficiamento de mármore.

Para a seleção de novas tipologias industriais para integrarem o PIE demarcado no município de Paracambi, assim como para a identificar possíveis sinergias de resíduos entre as tipologias industriais em operação no município e as tipologias indústrias em fase de negociação para se instalarem no PIE, este estudo utilizou três ferramentas:

1. O programa desenvolvido pelo US- EPA - Facility Synergy Tool (FaST), ferramenta utilizada neste estudo para desenvolver as sinergias de resíduos entre indústrias (vide item 4.1.3).
2. Os relatórios desenvolvidos pelo US-EPA (*US-EPA Sector Notebook Project Profile*, 2002)⁴² por tipologia industrial, que descrevem, para várias tipologias industriais, o processo produtivo, os insumos demandados e resíduos gerados. Estes relatórios foram utilizados para as tipologias industriais que não estão presentes no FaST e no caso de inconsistências deste programa.
3. A Classificação da Tipologia das Atividades Poluidoras por Potencial Poluidor, desenvolvida pela FEEMA⁴³. Esta classificação define e classifica o potencial poluidor por tipologia industrial, segundo:
 - A – alto potencial poluidor
 - M - médio potencial poluidor
 - B - baixo potencial poluidor
 - D - potencial poluidor desprezível

Através destas três ferramentas, foi possível identificar novas tipologias industriais para integrar o PIE de Paracambi. Conforme dito anteriormente, a seleção do mix de tipologias industriais teve por objetivo definir possíveis sinergias entre as duas tipologias industriais instaladas no município (fábrica de tecidos e fábrica de arames), as cinco tipologias industriais em fase de negociação com o governo local para se instalarem no PIE (reciclagem de plásticos, fabricação de tintas, galvanoplastia,

⁴² O US-EPA desenvolveu relatórios para 33 tipologias industriais denominados *EPA Sector Notebook Project Profile*, onde são descritas todas as etapas do processo produtivo de cada uma destas 33 tipologias industriais, assim como todos os insumos demandados por estas tipologias, todos os resíduos por elas gerados e a legislação pertinente. Estes relatórios encontram-se disponíveis no site: <http://www.epa.gov/>

⁴³ A classificação da FEEMA para as tipologias industriais selecionadas está apresentada no Anexo 6.

fabricação de pregos e beneficiamento de mármore), para, a partir destas sete tipologias industriais, sugerir-se novas tipologias industriais.

Como será apresentado ao longo dos cenários propostos, buscou-se inicialmente, com o auxílio do FaST e dos relatórios do US-EPA, identificar os insumos necessários a cada uma das tipologias industriais e os resíduos potencialmente gerados por cada uma destas durante seu processo produtivo. Estes dados foram compilados em tabelas, onde apresentou-se também, quando existente, o receptor em potencial para os resíduos gerados. Cabe destacar que esta simulação não considerou quantidade e qualidade dos resíduos gerados e as especificidades relativas a cada processo produtivo.

Finalizando, elaborou-se uma matriz síntese, onde se apresentaram, para todas as tipologias industriais, as possíveis sinergias em potencial. Alguns dos elementos sugeridos para implantação de um PIE, apresentados no capítulo 4, foram inseridos nos quatro cenários que serão apresentados no item 5.2.4.

De forma sintética:

1. Com o auxílio do software FaST e dos relatórios desenvolvidos pelo US-EPA identificaram-se os insumos e os resíduos para cada uma das sete tipologias industriais (2 em operação no município e 5 previstas para o PIE), identificando-se qual resíduo gerado por uma determinada tipologia industrial poderia ser re-inserido no processo produtivo, como insumo, por qual outra tipologia industrial (cenário 2).
2. Compilação dos dados em tabelas.
3. Com o auxílio do software FaST, dos relatórios desenvolvidos pelo US-EPA e da classificação da FEEMA identificaram-se novas tipologias indústrias para integrar o PIE. Priorizaram-se as tipologias industriais menos poluentes e as que possam desenvolver sinergias com as tipologias industriais consideradas nos cenários anteriores, identificando-se qual resíduo gerado por determinada tipologia industrial poderia ser re-inserido no processo produtivo, como insumo, por qual outra tipologia industrial (cenário 3).
4. Compilação dos dados em tabelas.
5. Elaboração de uma matriz síntese, apresentando para todas as tipologias industriais sugeridas possíveis sinergias em potencial.

Os resultados obtidos nesta análise são apresentados ao longo dos cenários apresentados no próximo item. O anexo 4 apresenta a título de exemplificação as saídas do FaST para a tipologia industrial “cement manufacturer”.

5.2.3. Desenvolvimento dos Cenários

De forma a permitir uma implantação gradual do PIE de Paracambi, foram desenvolvidos quatro cenários. Conforme dito anteriormente, o desenvolvimento de cada um destes cenários tem por objetivo desenvolver o PIE gradualmente, criando uma “cultura de EI, SI e PIE” no município, além de implementar alguns dos elementos, sugeridos ao longo do capítulo 4, para as etapas de planejamento e de projeto. O cenário 1 representa as medidas a serem realizadas a curto-prazo. O cenário 2 as medidas de médio prazo. O cenário 3 as medidas de longo prazo. Por último, no cenário 4, sugere-se com uma visão um pouco mais “futurista”, alguns elementos que vêm sendo adotados nos países desenvolvidos, que fogem um pouco à realidade atual do município.

a. Cenário 1: metas de curto prazo

No cenário 1, sugere-se que sejam considerados para a implementação do PIE de Paracambi os elementos relativos a identificação dos fatores locais, articulação dos possíveis atores envolvidos, projeto urbano e paisagístico, projeto de infra-estrutura, ou seja, a infra-estrutura viária e serviços de transporte, energia e água.

No caso de Paracambi, não será necessário identificar os fatores locais com o objetivo de selecionar um sítio para o PIE, visto não existir mais de uma alternativa locacional. De fato, o sítio – Condomínio Industrial I - foi previamente selecionado pelo governo local para a implantação do PIE, não havendo assim, a necessidade de realizar-se a análise comparativa sugerida por Lowe (2001) ou considerar-se todos os fatores e sub-fatores locais sugeridos por Schlarb (2002). A título de exemplificação, a tabela 17 apresenta um checklist para verificar as condições locais do sítio selecionado para a instalação do PIE de Paracambi. No caso da

implementação propriamente dita, este checklist proposto deve ser revisto e/ou complementado.

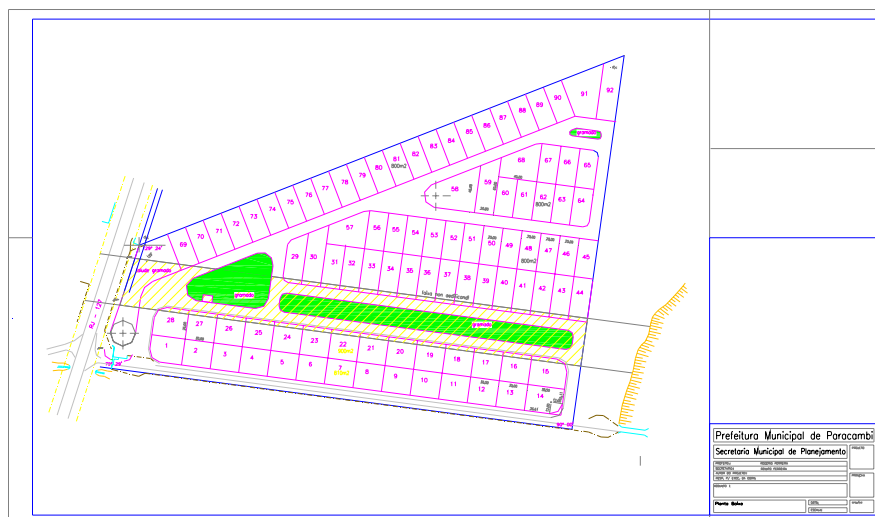
Tabela 17: Checklist dos Fatores de Localização do PIE de Paracambi

Fatores de Localização				
		Sim	Não	Observações
Disponibilidade de	Área		x	
	Energia		x	
	Água		x	
	Rede de Esgoto		x	
	Transporte		x	
	Serviços de telecomunicações		x	
	Vias de acesso		x	
Infra-estrutura	Rodoviária		x	
	Ferroviária		x	
	Aquaviária			x
	Dutoviária			x
Proximidade a	Unidades de Conservação			x
	Área urbanizada			x
	Mercado Consumidor		x	
	Mercado fornecedor (matéria prima, insumos)		x	
	Mercado Financeiro			x
Restrições Legais	Impedimentos à instalação do empreendimento			x
	Zoneamento Industrial		x	
	Ambiental		x	
Incentivos à instalação do empreendimento	Fiscais (impostos)		x	
	Infra-estrutura (energia, água, esgoto, projeto urbano)		x	
Interferência com outras atividades econômicas	Comércio			x
	Indústria			x
	Serviços			x
Parceria /cooperação	Comunidade		?	?
	Setor público	Local	x	
		Estadual	?	?
	Setor privado	Local	x	
Estadual		?	?	
Mão de Obra	Disponibilidade		x	
	Capacitação		x	

Fonte: Elaboração própria

A mensuração destes fatores pode ser feita através de pesquisas, entrevistas ou ainda por meio de questionários realizados em parceria com a prefeitura. A figura 13 apresenta a planta do PIE de Paracambi.

Figura 13: Planta da Área Destinada ao PIE de Paracambi



Fonte: Prefeitura de Paracambi, 2004

Assim como no cenário internacional, a implantação do PIE demarcado em Paracambi demanda a articulação de diversos atores: o setor público (governo estadual e municipal, FEEMA, CODIN, BNDES, SERLA, etc), o setor privado (indústrias, FIRJAN, SEBRAE, associação de indústrias, etc), a universidade e a comunidade local. A participação de cada um destes atores no empreendimento pode variar de acordo com a vontade e interesse de cada uma das partes.

Com base no que foi apresentado em relação ao desenvolvimento de PIEs no Estado do Rio de Janeiro e no conhecimento das condições e características do município de Paracambi, os possíveis atores envolvidos na implementação deste PIE seriam: o governo municipal, o governo do Estado do RJ, através da FEEMA e CODIN, a FIRJAN, o SEBRAE, a universidade, o CETEUP, a comunidade, as indústrias locais e as indústrias com possibilidade de se instalarem no PIE.

Inicialmente, no início da etapa de planejamento do PIE, poderia ser criado um fórum promovido pela FIRJAN, que reunisse os atores acima periodicamente. Este fórum seria promovido com o objetivo inicial de difundir o conceito e os benefícios da EI, da SI e dos PIE, apresentar exemplos de iniciativas de PIEs em outros países, além da visão e objetivos do empreendimento em si. Em uma segunda etapa os atores, mais

integrados com o tema, se articulariam com o objetivo de desenvolverem parcerias para alavancar o desenvolvimento do PIE. Neste fórum, os atores teriam a oportunidade de apresentar opiniões, demandas e sugestões sobre o novo empreendimento, podendo se manifestar a favor ou contra os elementos do projeto.

Além da participação neste fórum, cada um dos atores teria sua “atribuição”. O governo municipal contribuiria através da concessão do direito real de uso da área municipal, da concessão de incentivos fiscais (taxas municipais, IPTU, ISSQN), da realização do projeto urbano e paisagístico (arruamento, iluminação, pavimentação, urbanização) e da instalação da infra-estrutura de água, esgoto e energia.

A FEEMA, como órgão ambiental do estado do RJ, conforme inicialmente previsto no programa Ecopólo (FEEMA, 2002), daria prioridade no processo de licenciamento ambiental às indústrias integrantes do PIE, além de prestar assistência técnica ao PIE para a elaboração do seu Plano de Gestão Ambiental.

A CODIN, apesar de o PIE de Paracambi não ser um distrito industrial estadual, participaria como articuladora e integradora entre as indústrias, auxiliando estas no processo de licenciamento e instalação, contribuindo para a formação da associação das indústrias do PIE de Paracambi.

O SEBRAE poderia promover em parceria com o CETEUP, seus centros profissionalizantes e com a CEFET de Química, cursos e seminários, desenvolvidos com o objetivo de capacitar a mão de obra local, promover cursos de educação e gestão ambiental. Cabe destacar que a CEFET de Química oferece no município cursos de graduação e cursos técnicos em diversas áreas. Um *web site* poderia ser desenvolvido com o objetivo de promover e divulgar informações sobre o desenvolvimento do PIE.

Em relação especificamente à comunidade, esta se faria representar no fórum. As vantagens e desvantagens do empreendimento para a comunidade, aspectos culturais, emprego, renda, educação, capacitação profissional, qualidade de vida devem ser considerados e discutidos.

Em relação à universidade, assim como nos EUA, a universidade poderia estabelecer um centro de pesquisa voltado ao desenvolvimento do PIEs no Estado do RJ. Em Paracambi, a FAETEC – Fundação de Apoio as Escolas Técnicas, instalada no

CETEUP, poderia ser parceira deste empreendimento, contribuindo no desenvolvimento do projeto para implantação do PIE de Paracambi.

Como forma de incentivo para atrair indústrias para o PIE sugere-se a criação de um rótulo ecológico do PIE, a exemplo do selo criado pela União Européia (*eco label*). Este rótulo ecológico seria criado com o objetivo de incentivar um desenvolvimento mais sustentável. Todas as indústrias que fizessem parte do PIE teriam seus produtos rotulados. Isso permitiria aos consumidores uma fácil identificação dos produtos que são manufaturados com impacto ambiental reduzido, e aprovados através desta certificação, demonstrando a preocupação da indústria com o meio ambiente. A indústria, por sua vez, se beneficia através de uma maior vantagem competitiva e melhorando sua imagem e a sua inserção no mercado (acesso a novas fatias e camadas do mercado -*market share and market nitche*).

Em relação ao desenvolvimento da infra-estrutura urbana (arruamento, iluminação, pavimentação, urbanização, paisagismo) e a instalação da infra-estrutura de água, esgoto e energia, conforme dito anteriormente, no caso específico do PIE de Paracambi, são de responsabilidade do governo local.

O projeto urbano e paisagístico devem preservar o ecossistema local, incorporando-o ao projeto do PIE. Alguns fatores devem ser considerados:

- ↳ Definição do norte geográfico, com o objetivo de aumentar a incidência de luz natural nas edificações, diminuindo assim a demanda por luz artificial e conseqüentemente o consumo de energia.
- ↳ Inserção de novas espécies vegetais e a conservação das espécies nativas, com o objetivo de reduzir o calor, diminuindo assim o uso de aparelhos de ar condicionado, e mais uma vez, o consumo de energia.
- ↳ As áreas definidas para jardins, esportes e lazer, enfim, as áreas verdes e aquelas com fins recreacionais devem ter seus espaços definidos e ser cuidadosamente planejadas.

Em relação ao projeto de infra-estrutura, este deve ser planejado com capacidade e forma flexíveis, visto que as indústrias que irão fazer parte do PIE ainda não estão completamente definidas.

A infra-estrutura viária, ou seja, as vias internas de circulação, devem atender ao fluxo diário de trabalhadores, fornecedores, clientes, insumos, produtos, resíduos, etc, ou seja, ela deve ser planejada de forma a atender o tráfego de transeuntes, automóveis e caminhões. A construção de ciclovias ao longo das vias internas de veículos é uma opção para facilitar a circulação interna dos trabalhadores (restaurante, bancos, correios, reuniões, posto de saúde, administração, etc).

Conforme dito anteriormente, a infra-estrutura de energia é de responsabilidade do governo local, sendo a energia fornecida pela Light. Pode ser analisadas o uso de fontes renováveis de energia, como forma de complementar a energia fornecida pela Light. O custo-benefício de cada uma desta possibilidade deve ser analisado.

Quanto à água, esta será captada do manancial da represa de Ribeirão das Lages, integrante da sub-bacia do rio Guandu, que dista aproximadamente 1,8 KM do PIE (Ecologus, 2001). Assim como no caso da energia, a infra-estrutura de água é também responsabilidade do governo local.

b. Cenário 2: metas de médio prazo.

No cenário 2 realizou-se, a partir das duas tipologias industriais existentes no município (arame e tecido), ambas instaladas fora do PIE, e das cinco tipologias industriais que estão em negociação com o município para se instalarem no PIE (reciclagem de plásticos, fabricação de tintas, galvanoplastia, fabricação de pregos e beneficiamento de mármore), a análise da viabilidade de permuta de resíduos e serviços. Com a entrada destas cinco indústrias no PIE, alguns dos elementos das partes e serviços comuns, necessários à sua operacionalização, começam a ser inseridos, tais como, CGI, ETE comum, auditório, salas de reunião, lanchonete, restaurante, centro de saúde, áreas destinadas a lazer, centro de emergência e centro administrativo. Para financiar os elementos relativos às partes e serviços comuns, sugeridos neste cenário, as indústrias devem firmar parcerias com fontes de financiamento externas, tais como: as agências internacionais (BIRD, IADB, GTZ) ou os bancos e agências de financiamento (BNDES).

Para realizar a análise da viabilidade de permuta de resíduos e serviços foram utilizadas as três ferramentas apresentadas no item 5.2.4, com ênfase no FaST e nos relatórios desenvolvidos pelo US-EPA.

Neste cenário, com a inserção das cinco tipologias industriais no PIE (reciclagem de plásticos, fabricação de tintas, galvanoplastia, fabricação de pregos e beneficiamento de mármore), alguns dos elementos apresentados ao longo do capítulo 4, começam a ser postos em prática: novas tecnologias, práticas da arquitetura e construção sustentáveis, infra-estrutura e serviços de uso comum, definição da convenção do PIE, definição de algumas oportunidades de troca de resíduos.

A possibilidade de reuso de água (água de efluentes tratada, reuso em cascata ou reuso de águas pluviais), deve ser objeto de estudo, com o objetivo de avaliar a quantidade e a qualidade da água demandada e dos efluentes ofertados por cada usuário. Deve-se realizar também uma análise custo-benefício de cada uma das possibilidades, conforme apresentado nos itens 4.2.2 (infra-estrutura de água) e 4.2.3 (ETE).

Em relação às partes e serviços comuns selecionados para este cenário - CGI, ETE comum, auditório, salas de reunião, lanchonete, restaurante, centro de saúde, áreas destinadas a lazer, centro de emergência e centro administrativo – estes devem ser projetados com base na estimativa da demanda por estes serviços, sempre com flexibilidade para atender a um possível aumento desta demanda.

A CGI deve ser responsável por reunir, divulgar e operacionalizar a troca de informações e dados relativos à gestão, ao uso das partes e serviços comuns às indústrias, às sinergias desenvolvidas e aos assuntos de interesse comum.

Quanto a ETE de uso comum, esta deve tratar a água de efluentes das indústrias e demais instalações do PIE. Assim, como para as demais instalações de uso comum, a capacidade da ETE deve ser flexível para atender o aumento da demanda à medida que as indústrias forem se instalando no PIE. Alguns elementos devem ser considerados previamente ao início do projeto da ETE: legislação aplicável, eventuais condicionantes, avaliar a possibilidade de minimização da geração de efluentes e a possibilidade do reuso direto da água do efluente (Teixeira, 2006). A água tratada seria destinada às indústrias e demais instalações para usos menos nobres. O lodo resultante

do processo de tratamento dos efluentes seria destinado a fins agrícolas, dado a proximidade do PIE a áreas cultiváveis.

Conforme apresentado por Schlarb (2001) as partes e serviços comuns são uma estratégia de marketing para atrair para o PIE indústrias que busquem uma melhor qualidade de vida e condições de trabalho para seus funcionários, e também uma redução nos seus custos, devido ao uso compartilhado das instalações.

A tabela 18 apresenta os insumos demandados, os resíduos gerados e o receptor em potencial para cada uma das sete tipologias industriais e para a ETE consideradas no cenário 2. As informações apresentadas nesta tabela foram obtidas a partir do software FaST e dos relatório do US-EPA.

Tabela 18: Insumos e resíduos das tipologias industriais consideradas para o Cenário 2.

Paracambi BPX			
Insumo	Tipologia Industrial	Resíduo	Receptor Potencial em Paracambi
<ul style="list-style-type: none"> •Fibras de algodão •Tintura e pigmentos •Solventes (metil etil cetona, tolueno, xileno, etanol, amônia, tetra cloro etileno, tri cloro etileno). •Ácidos (fosfórico, sulfúrico, oxálico, acético). •Sal (cloreto de sódio, sulfato de sódio cloreto de magnésio, cloreto de potássio). •Água tratada. •Lubrificantes: óleos, graxas. 	Têxtil - fabricação de tecidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aparas de tecido, fibras de algodão. 2. Águas residuárias – água de lavagem, de processo, de resfriamento, e água da chuva contendo químicos (metanol, tolueno, amônia, xilenos), goma, tintura, polímeros naturais e sintéticos. 3. Solventes (metil etil cetona, tolueno, xileno, etanol, amônia). 4. Sal (cloreto de sódio, sulfato de sódio, cloreto de magnésio, cloreto de potássio) 5. Borras de tintura e pigmentos 6. Embalagens plásticas. 7. Embalagens papel, papelão e corrugados. 8. Borras Ácidas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ND 2. ETE 3. Manufatura de tintas 4. ND 5. Galvanoplastia. 6. Reciclagem de plástico. 7. ND. 8. ND

Paracambi BPX			
Insumo	Tipologia Industrial	Resíduo	Receptor Potencial em Paracambi
<ul style="list-style-type: none"> • Metais: ferro, cromo, cobre, alumínio, cobre, cádmio, zinco, bário, zinco, manganês. • Solventes (benzeno, metil etil cetona, xileno, tolueno). • Água tratada. • Lubrificantes: óleos, graxas. • Ácidos (fosfórico, sulfúrico, oxálico, acético). 	Metalurgia - Fabricação arames	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aparas e escória de metal 2. Substâncias químicas (amônia, antraceno, etileno, etil glicol). 3. Resíduos contendo metais (ferro, alumínio, cobre, cádmio, zinco, bário, manganês) 4. Solventes (benzeno, metil etil cetona, xileno, tolueno). 5. Borrás Ácidas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metalurgia (pregos) 2. ND 3. Galvanoplastia 4. Manufatura tintas. 5. ND.
<ul style="list-style-type: none"> • Aparas e escória de metal (ferro, alumínio, cobre, cádmio, zinco, bário, manganês). • Solventes (benzeno, metil etil cetona, xileno, tolueno). • Água tratada. • Lubrificantes: óleos, graxas. 	Metalurgia – Fabricação de pregos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aparas e escória de metal. 2. Substâncias químicas (amônia, antraceno, etileno, etil glicol). 3. Resíduos contendo metais (ferro, alumínio, cobre, cádmio, zinco, bário, manganês). 4. Solventes (benzeno, metil etil cetona, xileno, tolueno) 5. Lubrificantes: óleos e graxas. 6. Borrás Ácidas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reuso. 2. ND 3. Galvanoplastia. 4. Manufatura tintas. 5. ND. 6. ND
<ul style="list-style-type: none"> • Resina plástica (acrílico, HPDE, PET, vinil). • Solventes (metanol, metil etil cetona, metil iso butil cetona, etileno, benzeno, tolueno, xileno, acetona, éter glicol). • Pigmentos inorgânicos • Substâncias químicas (amônia, cloro, dióxido de cloro, etileno, etil glicol) • Metais (bário, cobre, manganês, cádmio, cromo, níquel, zinco). • Embalagens metálicas (alumínio) • Lubrificantes: óleos, graxas. 	Manufatura de Tintas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resíduos contendo metais, (bário, cobre, manganês, cádmio, cromo, níquel, zinco) 2. Solventes (metanol, metil etil cetona, metil iso butil cetona, etileno, benzeno, tolueno, xileno, acetona, éter glicol). 3. Borrás de tinta e pigmentos. 4. Águas residuárias contendo metal, solventes, restos e borrás de tintas e pigmentos. 5. Lubrificantes: óleos, graxas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ND 2. Reuso 3. Galvanoplastia. 4. ETE 5. ND

Paracambi BPX			
Insumo	Tipologia Industrial	Resíduo	Receptor Potencial em Paracambi
<ul style="list-style-type: none"> Embalagens, caixas, sacolas plásticas, filmes, grânulos e pellets plásticos. Resíduos de plástico polimerizado, polietileno, polipropileno (PP), cloreto de polivinil (PVC), poliestireno (PS). Água tratada Colorantes (dióxido de titânio, óxido de ferro). 	Reciclagem de produtos plásticos.	<ol style="list-style-type: none"> Grânulos e pellets plásticos. Águas residuárias de aquecimento, de refrigeração, de lavagem contendo óleos, graxas, DBO, sólidos totais em suspensão, DQO, COT, fenol, (zinco). 	<ol style="list-style-type: none"> Reuso. ETE
<ul style="list-style-type: none"> Metais (bário, alumínio cromo, cobre, manganês, níquel, zinco, estanho) Substâncias químicas (cloro, cianeto, etil cetona, antraceno, etil benzeno, etil glicol). Solventes (acetona, amônia). Embalagens caixas papel, papelão. Tintas, vernizes. Resinas e materiais plásticos (HPDE, PET, poliestireno) Lubrificantes: óleos e graxas. 	Galvanoplastia	<ol style="list-style-type: none"> Resíduos contendo metais (bário, alumínio cromo, cobre, manganês, níquel, zinco, estanho). Substâncias químicas Solventes (acetona, amônia) Borras Ácidas. Embalagens caixas papel, papelão. Restos e borras de tintura e pigmentos. Grânulos e pellets plásticos. Lubrificantes: óleos e graxas 	<ol style="list-style-type: none"> Reuso, manufatura de arames e pregos. ND Manufatura pregos ND ND ND Reciclagem de produtos plásticos. ND
<ul style="list-style-type: none"> Mármore, ardósia, granito e outras pedras. 	Beneficiamento de mármore, ardósia, granito e outras pedras.	<ol style="list-style-type: none"> Água residuária contendo particulados. Pó e aparas de mármore. Lubrificantes e óleos 	<ol style="list-style-type: none"> ETE ND Reuso
<ul style="list-style-type: none"> Água residuária contendo compostos químicos e metais (amônia, cádmio, bário, zinco, cromo, cobre, manganês, níquel), tintura e pigmentos, ácidos, solventes, borra de óleos, graxas 	Estação de Tratamento de Efluentes	<ol style="list-style-type: none"> Lodo contendo metais, solventes, tintas, ácidos, óleos, graxas, compostos químicos orgânicos e inorgânicos. Lodo tratado. Resíduos Orgânicos. Água tratada. 	<ol style="list-style-type: none"> ND. Compostagem (agricultura). Compostagem (agricultura). Reuso nas indústrias.

Fonte: Elaboração Própria

A tabela 18 apresentou as possíveis sinergias entre as tipologias industriais reciclagem de plásticos, fabricação de tintas, galvanoplastia e fabricação de pregos e beneficiamento de mármore, localizadas no PIE e as duas tipologias industriais localizadas fora do PIE, têxtil e arame. Como se pode perceber na tabela, neste cenário, vários resíduos ficaram sem receptor potencial (substâncias químicas, solventes, borras ácidas, embalagens caixas papel, papelão, restos e borras de tintura e pigmentos). A água residuária das cinco tipologias industriais do PIE seria enviada para tratamento na ETE comum. Após tratamento água tratada poderia ser enviada para reuso pelas indústrias para fins menos nobres.

Conforme sugerido por Lowe (2001), a existência de uma instituição, um comitê gestor ou mesmo de um *broker* para gerenciar e intermediar o processo de sinergia de resíduos, pode facilitar e direcionar uma maior participação e cooperação entre as indústrias. O inventário dos resíduos gerados por cada uma das tipologias industriais pode facilitar o processo, pois a partir dele são identificadas possíveis sinergias.

c. Cenário 3: metas de longo prazo.

No cenário 3, selecionaram-se novas tipologias indústrias para integrar o PIE. Com o auxílio do FaST, dos relatórios desenvolvidos pelo US-EPA e da Classificação da Tipologia das Atividades Poluidoras por Potencial Poluidor, desenvolvida pela FEEMA, que contribuiu para a seleção de tipologias industriais que impactem menos o meio ambiente (menor potencial poluidor), selecionou-se inicialmente uma indústria âncora para integrar o PIE. O critério de seleção para esta indústria âncora, foi o de encontrar um possível receptor para os resíduos gerados pelas tipologias industriais apresentadas no cenário 2, que ainda não tivessem um receptor em potencial.

Selecionou-se como indústria âncora para o PIE de Paracambi a central de co-processamento⁴⁴ de resíduos (CCPR) associada a uma indústria cimenteira. Reconhecido internacionalmente pela eco-eficiência, o co-processamento de resíduos vem sendo utilizado nos EUA, Canadá, Europa, Austrália e Japão desde o início das

década de 70, tornando-se paulatinamente mais expressivo também no Brasil (GTZ, 2005). A possibilidade do uso dos mais variados tipos de resíduos dispostos por outras tipologias industriais, o baixo custo, a não geração de novos resíduos, os grandes volumes envolvidos e a segurança, são algumas das vantagens do co-processamento (GTZ, 2005). No co-processamento, os resíduos industriais são destruídos, sem que haja a geração de qualquer efluente líquido ou sólido decorrente de sua queima, ou seja, não havendo geração de nenhum passivo ambiental (GTZ, 2005).

O resíduo destinado a co-processamento possui dois usos: ele pode ser convertido em energia (combustível) ou utilizado como matéria prima pela indústria cimenteira (GTZ, 2005). A redução no volume de resíduos dispostos reduz os custos relacionados ao transporte de resíduos para aterros sanitários. Entre os materiais que podem ser co-processados estão: borras oleosas, graxas, lodos de ETE, tortas de filtração, borras ácidas, catalisadores usados, pneus, emborrachados, além de outros materiais, tais como areias, terras, Equipamentos de Proteção Individual (EPI), solventes, serragens, papéis, embalagens, entre outros (Lora, 2002).

Em virtude da legislação vigente ou por aspectos inerentes à tecnologia, alguns tipos de resíduos não são adequados ao co-processamento, tais como resíduos hospitalares não-tratados, lixo doméstico ou urbano não-classificado, materiais radioativos, materiais explosivos, fossas orgânicas, pilhas e baterias, resíduos com altos teores de cloro ou metais pesados, pesticidas, ascaréis, entre outros (Lora, 2002).

A partir da definição da CCPR como indústria âncora, selecionaram-se, com o auxílio das ferramentas acima mencionadas, duas outras tipologias industriais que pudessem desenvolver sinergias com as tipologias industriais existentes. Para isso, selecionaram-se uma indústria eletrônica e uma central de reciclagem de materiais associada a uma atividade de artesanato. A indústria eletrônica foi selecionada por ser uma indústria não poluente. O relatório da FEEMA caracteriza esta tipologia industrial como uma indústria de baixo potencial poluidor (vide anexo 7). Quanto à central de reciclagem de materiais associada a uma atividade de artesanato, além de ser também caracterizada, pelo Relatório da FEEMA, como uma indústria de baixo potencial poluidor (vide anexo

⁴⁴ O co-processamento consiste no reaproveitamento energético do resíduo nos processos de fabricação de cimento. O resíduo é utilizado como combustível e as cinzas resultantes são incorporadas ao processo de fabricação de cimento.

7), foi selecionada pela possibilidade de fazer uso dos materiais dispostos pelas indústrias que pudessem ser diretamente reutilizados sem sofrer algum tipo de tratamento.

Neste cenário, como já existem outras tipologias indústrias operando no PIE, é necessário existir uma maior cooperação e integração entre as indústrias, gerência, pessoal e comunidade local, com foco em promover um maior desenvolvimento econômico, social e proteção ao meio ambiente.

Tipologia Industriais consideradas no Cenário 3: tecido, arame, reciclagem de plásticos, fabricação de tintas, galvanoplastia, fabricação de pregos, beneficiamento de mármore (implementadas no cenário 2), co-processamento associada a uma cimenteira, fabricação de material eletrônico básico e central de reciclagem de materiais associada a uma atividade de artesanato (implementadas no cenário 3).

A tabela 19 apresenta os insumos e resíduos das tipologias industriais consideradas para o cenário 3. As informações apresentadas nesta tabela foram obtidas a partir do software FaST e dos relatório do US-EPA.

Tabela 19: Insumos e resíduos das tipologias industriais consideradas para o cenário 3.

Paracambi BPX			
Insumo	Tipologia Industrial	Resíduo	Receptor Potencial em Paracambi
<ul style="list-style-type: none"> •Fibras de algodão •Tintura e pigmentos •Solventes (metil etil cetona, tolueno, xileno, metanol, amônia, tetra cloro etileno, tri cloro etileno). •Ácidos (fosfórico, sulfúrico, oxálico, acético). •Sal (cloreto de sódio, sulfato de sódio cloreto de magnésio, cloreto de potássio). •Água tratada. •Lubrificantes: óleos, graxas. 	Têxtil - fabricação de tecidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aparas de tecido, fibras de algodão. 2. Águas residuárias – água de lavagem, de processo, de resfriamento, e água da chuva contendo químicos (metanol, tolueno, amônia, xilenos), goma, tintura, polímeros naturais e sintéticos. 3. Solventes (metil etil cetona, tolueno, xileno, metanol, amônia). 4. Sal (cloreto de sódio, sulfato de sódio, cloreto de magnésio, cloreto de potássio) 5. Borrás de tintura e pigmentos. 6. Embalagens plásticas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Co-processamento /cimenteira, artesanato. 2. ETE 3. Manufatura de tintas, Co-processamento /cimenteira 4. ND 5. Co-processamento /cimenteira e galvanoplastia. 6. Reciclagem de

Paracambi BPX			
Insumo	Tipologia Industrial	Resíduo	Receptor Potencial em Paracambi
		7. Embalagens papel, papelão e corrugados. 8. Borrás ácidas.	plástico. 7. Co-processamento /cimenteira e artesanato. 8. Co-processamento /cimenteira
<ul style="list-style-type: none"> • Metais: ferro, cromo, cobre, alumínio, cobre, cádmio, zinco, bário, zinco, manganês. • Solventes (benzeno, metil etil cetona, xileno, tolueno). • Água tratada. • Lubrificantes: óleos, graxas. 	Metalurgia - Fabricação arames	1. Aparas e escória de metal 2. Substâncias químicas (amônia, antraceno, etileno, etil glicol) 3. Resíduos contendo metais (ferro, alumínio, cobre, cádmio, zinco, bário, manganês) 4. Solventes (benzeno, metil etil cetona, xileno, tolueno). 5. Borrás Ácidas	1. Metalurgia (pregos), co-processamento/ cimenteira, artesanato. 2. ND 3. Galvanoplastia, Co-processamento /cimenteira . 4. Manufatura tintas, Co-processamento /cimenteira . 6. Co-processamento /cimenteira
<ul style="list-style-type: none"> • Resíduos sólidos, líquidos e pastosos provenientes das indústrias que não possam ser reutilizados: borras oleosas, lodo de ETE, tortas de filtração, borras ácidas, borras de tinta, catalisadores, emborrachados, areias de fundição, terras contaminadas (hidrocarbonetos), solventes, borrachas, serragens, papéis, papelão, embalagens contaminadas, escórias e borras de fornos, refratários, solventes, resinas. • Escórias metálicas - metais ferrosos e não ferrosos - (alumínio, ferro, aço, bário, zinco, cromo, cobre, manganês, níquel). • Pó e aparas de mármore, ardósia, granito e pedras. • Lubrificantes: óleos, graxas. 	Empresa de co-processamento de resíduos / cimenteira	1. Água residuária (pó de forno de cimento) e sólidos totais em suspensão (carbonato de cálcio). 2. Pó do forno cimento, cinzas em geral produzidas pela queima dos resíduos. 3. Lubrificantes: óleo e graxa.	1. ETE 2. Solidificação de lodo de estação de tratamento, agricultura (estabilizante do solo), fabricação de cimento. 3. Co-processamento /cimenteira

Paracambi BPX			
Insumo	Tipologia Industrial	Resíduo	Receptor Potencial em Paracambi
<ul style="list-style-type: none"> • Aparas e escória de metal (ferro, alumínio, cobre, cádmio, zinco, bário, manganês). • Solventes (benzeno, metil etil cetona, xileno, tolueno). • Água tratada. • Lubrificantes: óleos, graxas. 	Metalurgia – Fabricação de pregos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aparas e escória de metal. 2. Substâncias químicas (amônia, antraceno, etileno, etil glicol). 3. Resíduos contendo metais (ferro, alumínio, cobre, cádmio, zinco, bário, manganês). 4. Solventes (benzeno, metil etil cetona, xileno, tolueno) 5. Lubrificantes: óleos e graxas. 6. Borrás ácidas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reuso, co-processamento/ cimenteira e Artesanato. 2. ND 3. Galvanoplastia, Co-processamento /cimenteira . 4. Manufatura de tintas, Co-processamento /cimenteira 5. Co-processamento /cimenteira . 6. Co-processamento /cimenteira
<ul style="list-style-type: none"> • Resina plástica (acrílico, HPDE, PET, vinil). • Solventes (metanol, metil etil cetona, metil iso butil cetona, etileno, benzeno, tolueno, xileno, acetona, éter glicol). • Pigmentos inorgânicos • Substâncias químicas (amônia, cloro, dióxido de cloro, etileno, etil glicol) • Metais (bário, cobre, manganês, cádmio, cromo, níquel, zinco). • Embalagens metálicas (alumínio) • Lubrificantes: óleos, graxas. 	Manufatura de Tintas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resíduos contendo metais, (bário, cobre, manganês, cádmio, cromo, níquel, zinco) 2. Solventes (metanol, metil etil cetona, metil iso butil cetona, etileno, benzeno, tolueno, xileno, acetona, éter glicol). 3. Borrás de tinta e pigmentos. 4. Águas residuárias contendo metal, solventes, restos e borrás de tintas e pigmentos. 5. Lubrificantes: óleos, graxas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Co-processamento /cimenteira . 2. Reuso, Co-processamento /cimenteira 3. Co-processamento /cimenteira e galvanoplastia. 4. ETE 5. Co-processamento /cimenteira
<ul style="list-style-type: none"> • Embalagens, caixas, sacolas plásticas, filmes, grânulos e pellets plásticos. • Resíduos de plástico polimerizado, polietileno, polipropileno (PP), cloreto de polivinil (PVC), poliestireno (PS). • Água tratada • Colorantes (dióxido de titânio, óxido de ferro). 	Reciclagem de produtos plásticos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grânulos e pellets plásticos. 2. Águas residuárias de aquecimento, de resfriamento, de lavagem contendo óleos, graxas, DBO, sólidos totais em suspensão, DQO, COT, (zinco). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reuso, Co-processamento /cimenteira , artesanato 2. ETE

Paracambi BPX			
Insumo	Tipologia Industrial	Resíduo	Receptor Potencial em Paracambi
<ul style="list-style-type: none"> ● Metais (bário, zinco, cromo, cobre, chumbo, manganês, níquel, estanho, alumínio) ● Reagentes químicos de fundição (cloro, dióxido de cloro, cianeto, etil cetona, antraceno, etil benzeno, etil glicol). ● Solventes (acetona, amônia). ● Embalagens caixas papel, papelão ● Tintas, vernizes. ● Resinas e materiais plásticos (HPDE, PET, poliestireno). ● Lubrificantes: óleos e graxas . 	Galvanoplastia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resíduos contendo metais (bário, zinco, cromo, cobre, manganês, níquel, estanho, alumínio). 2. Substâncias químicas 3. Solventes (acetona, amônia) 4. Borrás Ácidas. 5. Embalagens caixas papel, papelão. 6. Borrás de tinta e pigmentos. 7. Grânulos e pellets plásticos. 8. Lubrificantes: óleos e graxas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reuso, manufatura de pregos, arames. 2. ND 3. Manufatura pregos, Co-processamento /cimenteira 4. Co-processamento /cimenteira 5. Artesanato 6. Reuso, Co-processamento /cimenteira . 7. Reciclagem de produtos plásticos e artesanato. 8. Co-processamento /cimenteira
<ul style="list-style-type: none"> ● Mármore, ardósia, granito e outras pedras. 	Beneficiamento de mármore, ardósia, granito e outras pedras.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Água residuária contendo particulados. 2. Pó e aparas de mármore 3. Lubrificantes e óleos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ETE 2. Co-processamento /cimenteira . 3. Reuso, Co-processamento /cimenteira .
<ul style="list-style-type: none"> ● Água residuária contendo compostos químicos e metais (amônia, cádmio, bário, zinco, cromo, cobre, manganês, níquel), tintura e pigmentos, ácidos, solventes, borra de óleos e graxas. 	Estação de tratamento de Efluentes (ETE)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lodo contendo metais, solventes, tintas, pigmentos, ácidos, óleos, graxas, compostos químicos orgânicos e inorgânicos. 2. Lodo tratado. 3. Resíduos Orgânicos. 4. Água tratada 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Co-processamento /cimenteira 2. Compostagem (agricultura). 3. Compostagem (agricultura). 4. Reuso pelas indústrias.
<ul style="list-style-type: none"> ● Metais não ferrosos (alumínio, estanho, cobre, níquel, boro). ● Solventes (acetona, xileno, éter glicol e iso propil álcool). ● Água deionizada. ● Ácidos (Sulfúrico, Bórico, Clorídrico, Nítrico e Fosfórico) ● Silicatos, hidróxido de sódio e potássio, peróxido hidrogênio. 	Fabricação de material eletrônico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Solventes (acetona, xileno, éter glicol e iso propil álcool). 2. Resíduos contendo metais (alumínio, estanho, cobre, níquel, boro). 3. Água residuária contendo ácidos, silicatos, soluções alcalinas e solventes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Galvanoplastia. 2. Galvanoplastia. 3. ETE.

Paracambi BPX			
Insumo	Tipologia Industrial	Resíduo	Receptor Potencial em Paracambi
<ul style="list-style-type: none"> • Aparas de tecido, fibras de algodão, tecidos. • Latas de alumínio • Garrafas de vidro • Papel, papelão cartão, jornais • Embalagens, sacolas, filmes plásticos, papel, papelão. • Aparas de metal, placas de alumínio – metalurgia • Grânulos e pellets plásticos 	Reciclagem de materiais associado a atividade de artesanato	1. Águas residuárias	1. ETE

Fonte: Elaboração Própria

A tabela 19 apresentou as possíveis sinergias resultantes da inserção de novas tipologias industriais no PIE, o co-processamento associado a cimenteira, a indústria eletrônica e a central de reciclagem de materiais associada à atividade de artesanato, com as tipologias industriais previamente consideradas (reciclagem de plásticos, fabricação de tintas, galvanoplastia e fabricação de pregos, beneficiamento de mármore, têxtil e arame).

A central de reciclagem de materiais associada à atividade de artesanato receberia os resíduos pré-selecionados pelas próprias indústrias, como os resíduos de embalagens, tecidos, vidros, papel e papelão, metais, plásticos, alumínio, sucatas e aparas destes materiais que pudessem ser enviados diretamente a central de reciclagem para serem reutilizados diretamente como insumo.


A indústria eletrônica, que utiliza como insumo solventes de alta qualidade, enviaria os solventes após o seu uso para as outras tipologias industriais que demandem solventes de menor qualidade. Os resíduos que anteriormente não possuíam um receptor em potencial seriam enviados para o co-processamento. As cinzas de co-processamento seriam utilizadas na fabricação de cimento. O lodo da ETE poderia ser enviado para atividades agrícolas próximas, sendo utilizado como fertilizante ou para co-processamento, sendo utilizado para a fabricação de cimento.


Com o objetivo de sintetizar o que foi apresentado nos cenários descritos, elaborou-se a uma matriz síntese a partir de todas as tipologias industriais consideradas para o PIE de Paracambi, incluindo as duas tipologias industriais e a atividade agrícola, externas ao PIE, apresentando-se os geradores e os potenciais receptores dos resíduos considerados. Esta matriz esta apresentada na figura 14.


Figura 14: Matriz Síntese dos Geradores e Potenciais Receptores de Resíduos do PIE de Paracambi

Tipologias Industriais	Resíduos Potencialmente Gerados																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Têxtil - fabricação de tecidos	G	G	G	G	G	G					G			G					R
Metalurgia (arames)		G	G	G			G	G		G									R
Metalurgia (pregos)			G	G/R			G/R	G	G	G									R
Tintas		G	G/R		G			G											
Reciclagem matérias plásticas		G									G/R								R
Galvanoplastia			R	G	G/R	G	R	G/R	G		G				G				
Beneficiamento mármore.		G							G/R					G					
Estação tratamento Efluentes		R											R			G	G	G	G
Material eletrônico.		G	G					G											
Co-processamento/cimenteira	R	G	R		R		R	R	G/R		R		G/R	R		R			
Reciclagem / Artesanato	R					R	R				R				R				
Agricultura													R				R	R	

Legenda: G – gerador do resíduo ; R – possível receptor do resíduo; G/R – gerador e receptor do resíduo

 → Cenário 2 (Tipologias industriais em operação no município de Paracambi)

 → Cenário 2 (Tipologias industriais em negociação com o município)

 → Cenário 3 (Tipologias industriais sugeridas neste estudo)

Principais Resíduos Gerados		
1. Aparas de tecido, fibras de algodão.	8. Resíduos contendo metais (ferro, alumínio, cobre, cádmio, zinco, bário, manganês).	15. Embalagens papel, papelão e corrugados.
2. Águas residuárias em geral	9. Lubrificantes: óleos e graxas.	16. Lodo contendo metais, solventes, tintas, pigmentos, ácidos, óleos, graxas, compostos químicos orgânicos e inorgânicos.
3. Solventes	10. Substâncias químicas	17. Lodo tratado.
4. Borra Acida	11. Grânulos e pellets plásticos	18. Resíduos Orgânicos.
5. Restos e borras de tinta e pigmentos.	12. Sal	19. Água tratada.
6. Embalagens caixas, sacolas plásticas, PET, filmes plásticos.	13. Pó do forno cimento, cinzas em geral produzidas pela queima dos resíduos .	
7. Aparas e escória de metal	14. Pó e aparas de mármore	

Fonte: elaboração própria

A figura 14 demonstra que o mix de tipologias industriais selecionado para o PIE de Paracambi possui o potencial necessário a desenvolver sinergias de resíduos, visto que parte dos resíduos poderia ser potencialmente reutilizado pelas tipologias industriais sugeridas. Cabe destacar que estes resíduos foram considerados em termos potenciais, pois sua identificação e seleção foram efetuados a partir de fontes e dados internacionais (EUA), não considerando, portanto as especificidades locais dos processos. Segundo Magrini (2002) para o dimensionamento efetivo de uma rede de sinergias de resíduos seria necessário o levantamento da quantidade e das características dos resíduos efetivamente produzidos por cada tipologia industrial e a viabilidade de utilização destes resíduos in natura ou somente após tratamento ou processo de recuperação. Como ferramenta para realizar este dimensionamento efetivo sugere-se que seja utilizado o questionário apresentado no anexo 1. Este questionário foi elaborado no início do estudo com o objetivo de obter dados e informações relativos às indústrias localizadas no município de Paracambi, mas conforme dito anteriormente, mudanças políticas no município dificultaram sua aplicação. Assim, o questionário, irá permitir a obtenção de dados sobre as indústrias que integrarão o PIE, relativos ao seu processo industrial, matérias-primas, demais insumos, efluentes e resíduos gerados, demanda de água e energia, etc, auxiliando na implementação deste PIE.

d. Cenário 4: metas de mais longo prazo

No cenário 4, sugere-se a implantação no PIE de Paracambi de alguns elementos que vêm sendo utilizados nos países desenvolvidos, principalmente nos EUA. Além dos elementos e tipologias industriais sugeridos nos cenários anteriores, pode considerar-se em uma visão de mais longo prazo a implantação de unidades que podem potencializar ainda mais as sinergias do PIE demarcado no município de Paracambi: central de armazenamento e distribuição de resíduos, central de armazenamento e distribuição de materiais comuns às indústrias, central de reuso de óleos lubrificantes, central de reciclagem de solventes⁴⁵, biblioteca e creche de uso comum as indústrias do PIE.

⁴⁵ As vantagens e desvantagens resultantes da inserção destes elementos em um PIE foram apresentados no item 4.2.

A instalação de uma central de armazenamento e distribuição de resíduos no PIE de Paracambi, tem por objetivo auxiliar o processo de gestão dos resíduos desde a sua geração até a sua re-inserção no processo produtivo ou disposição final, de forma apropriada e segura, armazenando temporariamente os resíduos que não tenham uso imediato para redistribuí-los no mercado interno ou mesmo no mercado externo. A concentração deste processo logístico em um único lugar auxilia na análise e controle dos resíduos gerados e permutados, com o objetivo de atender a demanda das indústrias. A realização de um inventário de resíduos, classificando os resíduos gerados por cada tipologia industrial facilita o desenvolvimento de sinergias entre as indústrias do PIE e contribui também para o desenvolvimento de um plano de gestão de resíduos.

Quanto a central de armazenamento e distribuição de materiais comuns às indústrias, sua implantação no PIE tem por objetivo adquirir e armazenar temporariamente matérias primas e produtos de consumo comum às indústrias, concentrando o processo logístico em uma única instalação, que seria responsável por distribuí-los conforme fossem demandados às indústrias. A implantação de tal instalação no PIE teria por vantagens uma maior agilidade no atendimento à demanda das indústrias, ganhos de escala⁴⁶, um diferencial competitivo no mercado; a redução das áreas destinadas para depósitos, a redução dos custos associados ao processo logístico das indústrias.

A maioria das tipologias industriais sugeridas para o PIE de Paracambi faz uso de óleos, lubrificantes e solventes em seu processo produtivo. Conforme sugerido por Bennet (1999), tanto a central de reuso de óleos e lubrificantes quanto a central de reciclagem de solventes seriam responsáveis por recolher o resíduo das indústrias para depois tratá-los e redistribuí-los no PIE, centralizando o serviço nestas instalações.

A associação das indústrias juntamente com os gestores do PIE poderiam ser as responsáveis por gerir estas unidades. Outra possibilidade a ser considerada seria a inserção no PIE de outras empresas responsáveis por estes serviços.

⁴⁶ Os ganhos de escala são esperados quando se adquire maiores quantidades de um determinado produto, tendo por consequência, uma redução do custo por unidade do produto.

No caso do gerenciamento dos resíduos industriais, poderia ser inserido no PIE uma empresa, a exemplo da Cetrel S.A., empresa de proteção ambiental integrada localizada dentro do complexo industrial de Camaçari⁴⁷, na Bahia.

A Cetrel é responsável por coletar, tratar e dispor resíduos, efluentes líquidos e realizar o monitoramento atmosférico e do lençol freático da região, aterro industrial, incineração e tratamento de resíduos não só os gerados no pólo de Camaçari como em outras regiões do Brasil (Tanimoto, 2004). Ainda no Pólo de Camaçari, seu arranjo físico e empresarial permite a prática de geração e distribuição centralizada de utilidades e matéria prima, além de ligações via tubulações entre empresas do complexo, onde uma outra empresa é responsável por gerenciar este processo (Tanimoto, 2004).

Em relação à reciclagem dos óleos lubrificantes, poderia se considerar a possibilidade de uma empresa responsável por recolher e tratar o óleo lubrificante, localizada no PIE, para depois redistribuí-lo às indústrias. Existem no Brasil, 10 empresas de rerrefino em operação, reunidas no Sindirrefino (Sindicato Nacional da Indústria do Rerrefino de Óleos Minerais).

Quanto ao reuso de solventes, já existem no Brasil empresas atuando nesta linha, a exemplo da Resol Produtos Químicos Ltda, empresa especializada no comércio e reciclagem dos solventes industriais, que possibilita a recuperação dos solventes contaminados e sua reutilização no processo produtivo.

Para os resíduos gerados que não possuam receptores em potencial dentro do PIE (cenário 3) sugere-se, neste caso, em termos de “futuro”, considerar-se, para estes resíduos, o desenvolvimento de sinergias com indústrias localizadas em outros municípios da região, o que a literatura internacional denomina de PIE virtual (*networking*). A exemplo do que foi realizado no Estado da Carolina do Norte, EUA, onde, foi desenvolvida uma rede de permuta de resíduos entre 182 indústrias localizadas em uma determinada região do Estado, o município de Paracambi poderia considerar a possibilidade de desenvolver um estudo com o objetivo de desenvolver sinergias com os

⁴⁷ Hoje o complexo de Camaçari conta com mais de 60 empresas do segmento químico, petroquímico, celulose, metalurgia do cobre, têxtil, bebidas, serviços e uma montadora de automóveis, produzindo mais de 50% dos petroquímicos básicos gerados pela indústria brasileira (Tanimoto, 2004).

municípios limítrofes: Paulo de Frontin, Mendes, Piraí, Itaguaí, Seropédica e Japeri. (ver Kincaid, 1999, para mais detalhes do projeto).

Itaguaí seria o município com maiores chances de estabelecer uma rede com Paracambi, visto o grande número de indústrias existentes no município. Para que esta rede fosse estabelecida, é necessário, inicialmente, o interesse das indústrias de cada um dos municípios, para a partir daí, desenvolver-se um estudo sobre as possíveis sinergias de resíduos. A parceria entre os governos municipais, o governo do Estado, instituições como a FIRJAN e a universidade, que seria responsável por conduzir o projeto, é fundamental. Mais uma vez, o projeto desenvolvido para o Estado da Carolina do Norte poderia ser utilizado como diretriz para o estabelecimento desta rede de sinergias entre Paracambi e os municípios limítrofes.

5.3. Análise e Recomendações para o PIE de Paracambi

O PIE de Paracambi, criado pelo governo do Estado do RJ, em parceria com o município de Paracambi encontra-se ainda hoje, desde que foi criado, em 2002, na etapa inicial de planejamento. O projeto urbanístico do PIE foi iniciado, demarcaram-se os lotes, as vias de circulação internas, algumas áreas verdes, mas o projeto ainda não foi consolidado. Apesar de existirem algumas indústrias em negociação com o município, conforme mencionado anteriormente, de já terem sido realizados estudos do local, nada de concreto foi feito. Este estudo, desenvolvido com base em dados e informações fornecidos pelo município de Paracambi, associado aos instrumentos e ferramentas utilizados em outros países para o desenvolvimento de PIEs, buscou desenvolver uma diretriz para a implantação do PIE demarcado no município de Paracambi. Com o objetivo de sintetizar o que foi sugerido ao longo dos quatro cenários, a tabela 20, apresenta de forma sumária os elementos sugeridos para este PIE.

Tabela 20: Resumo dos elementos sugeridos para o PIE de Paracambi.

PIE de Paracambi		
Elementos	Cenário	Descrição
Seleção do Terreno	1	Condomínio Industrial 1, propriedade do município
Setor Público x Setor Privado	1	Parceria, ênfase setor público fase inicial (planej. urbano, infra-estrutura, incentivos fiscais)
Ferramentas para a seleção do mix de indústrias	2,3	FaST, relatórios EPA, classificação FEEMA
Tipologias industriais em operação	2	Tecidos e arame
Tipologias Industriais Seleccionadas	2	Reciclagem de plásticos, fabricação de tintas, galvanoplastia, fabricação de pregos e beneficiamento de mármore.
	3	Fabricação de material eletrônico básico, co-processamento de resíduos associado a cimenteira, reciclagem de materiais associado à atividade de artesanato.
Principais resíduos permutados	-	Solventes, lubrificantes, borras acidas, resíduos plásticos em geral, papel, papelão, cinzas, aparas e resíduos de tecidos e metais.
Projeto Urbano	1	Preservação /integração ao ecossistema, orientação terreno (norte), micro clima, vegetação nativa.
Infra-Estrutura Viária	1	BR 116, RJ 127, RJ 465 (Porto de Sepetiba)
Serviços de Transporte	1	2 ramais ferroviários , 4 linhas de ônibus
Energia	1	Light (possibilidade de complementação: co-geração de energia, energia em cascata, fontes renováveis)
Gás Natural	1	Disponibilidade de gás natural - City Gate
Água	1	CEDAE, possibilidade de reuso de água.
ETE comum localizada no PIE	2	Tratar água de efluentes que não forem diretamente reutilizadas.
Arquitetura/ construção sustentável	1,2, 3, 4	Uso de tecnologias e métodos construtivos sustentáveis
Central de gestão de informações (CGI)	2	Gestão, compatibilização e divulgação de dados e informações de interesse comum.
Gestão de Resíduos - central de armazenamento e distribuição de resíduos	4	Assegurar que os resíduos sejam coletados, armazenados, tratados, transportados e distribuídos ou dispostos de forma segura. Concentração do processo logístico em uma única instalação - armazenar os resíduos que não tenham uso imediato, para redistribuí-los.
Central de armazenamento/ distribuição de materiais comuns às indústrias	4	Concentração do processo logístico em uma única instalação – responsável por adquirir e armazenar materiais comuns às indústrias.
Central de reciclagem de óleos lubrificantes	4	Responsável pelo recolhimento, tratamento e redistribuição dos lubrificantes utilizados para serem após tratamento reutilizados pelas indústrias.
Central de reciclagem de solventes	4	Responsável por reciclar os solventes contaminados e re-inseri-los no processo produtivo, após tratamento.
Auditório e salas de reunião	2	Espaços comuns destinados ao uso de todas as indústrias
Lanchonetes, restaurantes.	2	
Centro de saúde	2	
Áreas de lazer e esportes	2	
Biblioteca.	4	
Creche comum.	4	
Centro de emergência	2	
Centro administrativo	2	

Fonte: elaboração própria.

O PIE demarcado no município de Paracambi, diferentemente dos outros PIEs implementados no Estado do RJ, Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo, tem a chance de ser desenvolvido “do zero”, tirando vantagens das oportunidades e forças e evitando as ameaças e fraquezas que foram apresentadas no capítulo 3. Com base na SWOT apresentada no capítulo 3 e no que foi apresentado no capítulo 5, algumas “vantagens” podem ser apresentadas em relação a este PIE:

- ↳ A promulgação da Lei nº552/2001, concedendo incentivos as indústrias que vierem a se instalar no município e realizarem investimentos que contribuam para o desenvolvimento econômico e social local. Os incentivos concedidos através desta Lei atrairão novas indústrias para o município, aumentando conseqüentemente a geração de emprego, renda e a qualidade de vida local.
- ↳ O governo municipal está em busca de iniciativas que promovam o desenvolvimento sócio econômico do município. Visando capacitar a força de trabalho local, o governo municipal implantou o CETEUP, destinado a oferecer educação profissionalizante: Centro de Ensino Profissionalizante (CETEP) - curso de informática e cursos de idiomas, Institutos Superiores Tecnológicos (IST) da Fundação de Apoio às Escolas Técnicas (FAETEC) - cursos superiores nas áreas de Tecnologia da Computação e de Meio Ambiente, Unidade de Ensino Descentralizada - UnED de Paracambi da CEFET de Química, cursos de Graduação em Tecnologia (Conservação de Energia, Petróleo e Gás, Gestão Integrada e Metrologia) e, no Nível Técnico (operador de processos industriais, transformação de plásticos e aproveitamento de materiais). Estes centros de ensino podem contribuir para capacitar a mão de obra local, através da promoção de cursos e seminários técnicos, além de promover cursos de educação e gestão ambiental.
- ↳ A proximidade a importantes vias de acesso: BR 116 (Via Dutra), RJ 127, RJ 465 (Porto de Sepetiba). A proximidade destas vias facilita o escoamento de insumos e produtos do PIE e para o PIE.
- ↳ A disponibilidade da água, energia elétrica, gás, transporte rodoviário e ferroviário facilita a instalação de indústrias no PIE, além de ser mais um fator que contribui para atrair novas indústrias para o município.
- ↳ A abertura do governo municipal em realizar parcerias com os governos federal, estadual e com o setor privado, haja vista a aquisição da fábrica de tecidos onde esta

instalada o CETEUP e do terreno para implantação do PIE, demonstra o interesse do governo municipal pelo desenvolvimento local.

- ↳ O aumento das restrições e legislações ambientais no Brasil impulsiona o desenvolvimento dos PIEs.
- ↳ A geração de novos empregos e postos de trabalho para a mão de obra local. Com o fechamento da fábrica de tecidos e da siderúrgica os trabalhadores do município começaram a buscar empregos em outros municípios. A instalação de um pólo industrial em Paracambi possibilita a geração de emprego local e uma melhora na qualidade de vida da comunidade.
- ↳ A disponibilidade de mão de obra capacitada tanto no município de Paracambi quanto no Estado do RJ facilita a implantação de um pólo industrial, tanto na etapa de construção, quanto na operacionalização propriamente dita.
- ↳ A diversidade de tipologias industriais sugeridas para o PIE aumenta a possibilidade de sinergias entre as indústrias e conseqüentemente o potencial de reaproveitamento de resíduos. A existência de uma instituição, um comitê gestor ou mesmo de um *broker* para gerenciar e intermediar o processo de sinergia de resíduos, pode facilitar e direcionar uma maior participação e cooperação entre as indústrias. A realização de um inventário de resíduos pode também facilitar e agilizar este processo.
- ↳ A oportunidade de divulgar para os atores envolvidos os benefícios ambientais, econômicos e sociais em potencial resultantes dos PIEs, através do fórum desenvolvido, ainda no início da etapa de planejamento.
- ↳ Os investimentos em pesquisa e o desenvolvimento de parcerias com instituições públicas, privadas e com a universidade, pode auxiliar e acelerar o desenvolvimento do PIE de Paracambi.
- ↳ O desenvolvimento de uma diretriz para a implementação do PIE com base nas estratégias desenvolvidas internacionalmente. O PIE demarcado em Paracambi tem a oportunidade de ser planejado através da experiência internacional e da experiência adquirida pelos PIEs de Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo (projetos, iniciativas, oportunidades, soluções, ameaças, erros), considerando que suas características políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais diferem dos anteriores.

Para acelerar os trabalhos de desenvolvimento do PIE de Paracambi, a exemplo da AEDIN e da ASDIN, que tem atuado em Santa Cruz e em Fazenda Botafogo, como articuladoras e facilitadoras do processo, sugere-se a formação de um grupo gestor responsável por conduzir o processo de implementação do PIE, reunindo as indústrias, membros do governo local, membros da universidade, e outras possíveis instituições parceiras, como a FIRJAN, o SEBRAE e até mesmo a FEEMA, que poderia voltar a ser parceira. Este grupo gestor teria por competência direcionar o desenvolvimento dos cenários sugeridos neste estudo, identificar e auxiliar as indústrias quanto às legislações aplicáveis (ambientais, fiscais, financeiras), buscar mecanismos de financiamento, fomentar o desenvolvimento de sinergias, facilitar o fluxo de informações entre as indústrias e gestores, desenvolver credibilidade entre os parceiros, criar canais de comunicação entre as indústrias e as instituições parceiras, promover seminários e encontros entre os atores com o objetivo de disseminar o tema, atrair novos parceiros, desenvolver uma visão gerencial e comercial mais coletiva (nossa indústria ao invés da visão minha indústria), elaborar um plano de marketing para o PIE, além de promover a educação sobre o tema entre os atores envolvidos (comunidade, indústrias, membros do setor público e do setor privado).

De todos estes “desafios” que o grupo gestor teria a vencer, o maior deles seria mobilizar e conscientizar os atores envolvidos para que estes não tenham por meta apenas os ganhos individuais, mas sim os possíveis ganhos ambientais, sociais e econômicos obtidos em pró da coletividade como um todo, praticando efetivamente uma gestão ambiental cooperativa.

6. Conclusão

6.1. Recomendações para a Implantação de PIEs no Estado do RJ

Este estudo partindo da concepção de Parques Industriais Ecológicos - PIE (*Eco Industrial Park - EIP*), apresentou uma visão de como este conceito está sendo implementado em vários países desenvolvidos e em desenvolvimento, inclusive no Brasil, mais especificamente no Estado do Rio de Janeiro. A partir de estudos, iniciativas e projetos de PIEs desenvolvidos em outros países, desenvolveu-se uma metodologia para implantação de PIEs. Aplicou-se esta metodologia, como estudo de caso, em uma área industrial localizada no município de Paracambi, Estado do Rio de Janeiro, onde foi demarcado o PIE de Paracambi.

Conforme apresentado neste estudo, o PIE é uma ferramenta da EI, que tem por objetivo maior atingir o desenvolvimento sustentável, através de uma gestão ambiental mais cooperativa, ao integrar seus três pilares - os desenvolvimentos ambiental, econômico e social, em um único instrumento, podendo resultar em benefícios para a comunidade, para o meio-ambiente, ao mesmo tempo em que aumenta a inserção da indústria no mercado, seus ganhos financeiros e as oportunidades para novos negócios.

Inspirado nos modelos desenvolvido na América do Norte, Europa e Ásia, o Estado do Rio de Janeiro, visando promover o desenvolvimento sustentável e fortalecer a gestão ambiental cooperativa, promulgou o Decreto nº. 31.339 de 2002, que instituiu o Programa de Fomento ao Desenvolvimento Industrial Sustentável do Estado do Rio de Janeiro – Rio Ecopolo.

Quase cinco anos após o início do programa Rio-Ecopólo, pode-se afirmar que este não evoluiu conforme previsto. O abandono do programa pelo setor público demonstra o total desinteresse do governo do Estado por um instrumento que tem se demonstrado de sucesso tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento, como no caso dos países asiáticos. Segundo a Engenharia Ana Lucia Marchon (FEEMA, janeiro de 2007), a FEEMA desde 2004 não tem mais participado do processo de implementação dos PIEs no Estado. Os PIEs lançados, em 2002, estão se desenvolvendo sem a participação do governo. Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo estão se desenvolvendo por iniciativa das próprias indústrias em parceria com

as respectivas associações dos distritos industriais. Em Paracambi, o governo do município tem atuado por si para implementar o PIE demarcado em uma área industrial municipal. A falta de parceria, cooperação e motivação dos atores envolvidos, contribuíram para que o instrumento não alcançasse as dimensões e potencialidades devidas. A atuação da AEDIN e da ASDIN, respectivamente no PIE de Santa Cruz e de Fazenda Botafogo vem se mostrando importante na articulação do processo, atuando para o desenvolvimento de ações conjuntas em oposição a ações pontuais. Campos Elíseos vem se mostrando mais ousado em suas ações, principalmente após a entrada da Rio –Polímeros no PIE, quando iniciaram-se algumas sinergias entre as indústrias (ex: Reduc–Rio Polímeros, Rio-Polímeros – Polibrasil, Aga – Rio Polímeros) e mesmo devido à existência de programas que adotam a gestão cooperativa (ex: PAM, APELL, monitoramento da qualidade do ar, etc).

Conforme apresentado no capítulo 3, nas últimas décadas o Estado do RJ, mais especificamente a RMRJ, em consequência de um crescimento urbano e industrial desordenado, tem enfrentado sérios problemas ambientais que estão afetando não só a qualidade de vida da população, mas também inibindo o desenvolvimento sócio-econômico da região. O “cenário industrial” vivido pela RMRJ está degradando não somente o meio ambiente físico, mas os fundamentos necessários para o desenvolvimento econômico e social do Estado. Reverter este cenário é um processo de longo prazo. O desenvolvimento de PIEs associado a outras políticas públicas pode ser uma possível solução para minimizar os impactos ambientais gerados pelas indústrias, melhorar os padrões ambiental, social e econômico da região, promovendo assim, um desenvolvimento mais sustentável para o Estado. É fundamental, entretanto que haja continuidade e vontade política.

O presente estudo procurou demonstrar a pertinência de se introduzirem modificações na atual estrutura industrial da RMRJ através da conversão dos distritos industriais existentes em PIEs, a exemplo de Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo ou do planejamento de novos PIEs em sítios verdes (*grennfield sites*), a exemplo de Paracambi.

Este estudo, com base na metodologia proposta para a implementação de PIEs, elaborada segundo modelos desenvolvido em outros países, propôs uma diretriz para o

planejamento do PIE localizado no município de Paracambi, único PIE do Estado que foi demarcado em um terreno verde.

Com o auxílio do software FaST, de relatórios (*Sector Notebook Project Profile, 2002*), ambos desenvolvidos pelo US-EPA, e da Classificação de Atividades Poluidoras por Potencial Poluidor, desenvolvida pela FEEMA, foi possível sugerir um mix de tipologias industriais para o PIE demarcado no município de Paracambi, e identificar para este mix a viabilidade, em potencial, de se proceder a permutas de resíduos, e se estabelecerem outros mecanismos de gestão cooperativa. Conforme mencionado anteriormente, os resíduos selecionados neste estudo para serem permutados, devem ser considerados em termos potenciais, pois sua identificação foi efetuada a partir de estudos internacionais, não tendo-se considerado as especificidades locais do processo, nem a quantidade ou qualidade dos resíduos gerados, ou mesmo a possibilidade de utilizar-se o resíduo em natura ou após algum tratamento ou recuperação. Outro aspecto considerado foi o fato de que Paracambi possui diferentes condições políticas, sociais, econômicas, culturais e ambientais em relação a outras localidades, assim, as estratégias de planejamento desenvolvidas para outros locais não devem ser adotadas sem que sejam adaptadas.

Sintetizam-se a seguir os principais aspectos encontrados ao analisar-se o desenvolvimento dos quatro PIEs lançados no Estado do Rio de Janeiro:

- ↳ Predominância do setor privado em todas as etapas de desenvolvimento. A exceção de Paracambi, os demais PIEs estão sendo desenvolvidos pelas indústrias em parceria com as respectivas associações de indústrias, sem a participação do governo do Estado ou do município (Campos Elíseos).
- ↳ Em Santa Cruz e Fazenda Botafogo, o fato das indústrias já possuírem algum “relacionamento” facilitou o início das atividades. O papel da AEDIN e da ASDIN tem sido importante como articuladoras e facilitadoras do processo.
- ↳ A diversidade de tipologias industriais presentes em Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo facilita o desenvolvimento de sinergias.
- ↳ O aumento da conscientização ambiental no Estado como um todo facilitou a aceitação e o interesse dos PIEs pelas indústrias integrantes dos DI de Santa Cruz, Campos Elíseos e Fazenda Botafogo.

- ↳ A disponibilidade de mão-de-obra capacitada na RMRJ. No caso específico do município de Paracambi, este está investindo na capacitação da mão-de-obra local (CETEUP).
- ↳ Abandono do projeto por parte do antigo governo do Estado. Assim como em outros projetos e programas, mudanças na liderança política resultam em abandono de iniciativas desenvolvidas pelo governo predecessor. O Programa Rio-Ecopolo foi lançado no Estado do RJ visando a “promoção” de políticos, sem que nada fosse feito para consolidar e impulsionar seu desenvolvimento. As instituições públicas deveriam fomentar o desenvolvimento sustentável e não buscar promoções pessoais.
- ↳ A falta de familiaridade e conhecimento do conceito de PIEs e dos potenciais benefícios resultantes desta iniciativa por alguns atores, pode dificultar a implementação de PIEs. A promoção de cursos, workshops e seminários pode contribuir para disseminar o conceito e integrar os atores envolvidos.
- ↳ A falta de apoio e incentivo por parte do setor público podem fazer com que as indústrias prefiram os ganhos do crescimento econômico aos ganhos de um desenvolvimento mais sustentável.
- ↳ A ameaça de penalidades /punições para aqueles que causem danos ao meio ambiente, consolidada através da Lei 9.965/1998 pode desestimular as indústrias em tornar o seu processo produtivo e seus resíduos gerados “transparentes” (princípio do poluidor-pagador, medidas de comando e controle, sentenças que resultem no pagamento de multas ou mesmo em prisão).

Algumas questões relevantes foram apresentadas neste estudo, questões estas que ao longo dos capítulos que se seguiram procurou-se responder. De forma sintética:

- ↳ Os PIEs são uma possível solução se implementar um ecossistema industrial ou um sistema de atividades produtivas orientado para a sustentabilidade, conforme apresentado principalmente nos capítulos 2 e 4 deste estudo.
- ↳ O Estado do Rio de Janeiro pode implantar de forma efetiva PIEs em seu ordenamento industrial a luz dos casos desenvolvidos em outros países, porém, o Estado do RJ não deve reproduzir simplesmente o modelo de implantação desenvolvido para outros países. O Estado do RJ possui diferentes condições políticas, sociais, econômicas, culturais e ambientais que devem ser consideradas.

Os casos de sucessos e de fracassos de outros países devem ser utilizados para balizar o desenvolvimento de PIEs no Estado, evitando erros e atentando para aspectos positivos.

- ↳ O processo de implantação de PIEs no Estado do RJ pode ser uma alternativa bem sucedida, promovendo um desenvolvimento mais sustentável, caso haja uma visão mais abrangente e integradora por parte dos setores público e privado.
- ↳ Para que a implantação de PIEs no Estado do RJ se dê de forma efetiva é necessário uma gestão ambiental mais cooperativa, obtida através de uma maior articulação entre os setores público e privado, a comunidade, a universidade e os centros de pesquisa. O governo do Estado poderia promover ações que viabilizassem o desenvolvimento de PIEs, através de políticas públicas e do incentivo ao desenvolvimento de pesquisas na área.
- ↳ Entre os fatores que contribuíram para que os PIEs não alcançasse as dimensões e potencialidades devidas cabe destacar a falta de continuidade, vontade política, parceria, integração e cooperação entre os setores público e privado, a comunidade, a universidade e os centros de pesquisa.

À luz do estudo realizado e das considerações acima referenciadas, foi possível então apresentar algumas sugestões em relação ao desenvolvimento de PIEs no Estado do RJ:

- ↳ A gestão ambiental cooperativa, ou seja, cooperação, integração e parceria entre os atores envolvidos é a melhor solução para equacionar a implantação dos PIEs no estado do RJ.
- ↳ A FEEMA, a exemplo do US-EPA, que depois do abandono do programa de desenvolvimento de PIEs por parte do atual governo federal americano, continuou a participar do desenvolvimento dos PIEs no país, poderia contribuir para o desenvolvimento dos PIEs no Estado do RJ.
- ↳ O novo governo do Estado poderia promover ações que viabilizem o desenvolvimento de novos PIEs, através de políticas públicas; do incentivo ao desenvolvimento de pesquisas na área, com o auxílio da universidade e instituições de pesquisa; e através da consolidação e sistematização de dados e informações, principalmente a elaboração do inventário de resíduos para o Estado do RJ, pois a

partir dele seriam definidas prioridades e estratégias que permitissem a criação de uma rede de permuta de resíduos no Estado.

- ↳ As sinergias de resíduos deve ser iniciada depois que outros elementos de gestão cooperativa estejam em operação. Assim, as indústrias e os gestores do PIE teriam um prazo maior para estabelecerem uma relação de confiança e cooperação, elemento fundamental para a consolidação de possíveis sinergias.
- ↳ A participação da comunidade deve ocorrer desde a etapa inicial de planejamento, estabelecendo-se uma relação de confiança. O novo empreendimento contribui para melhorar a qualidade de vida local (renda, emprego, condições de trabalho).
- ↳ A participação de instituições voltadas ao desenvolvimento industrial como a FIRJAN e o SEBRAE poderia contribuir para uma maior integração entre os atores envolvidos, auxiliando no processo de formação de parcerias, além de contribuir para a disseminação do tema, através da promoção de seminários e cursos.
- ↳ O Estado do RJ não deve reproduzir simplesmente o modelo de implementação de PIEs desenvolvido para outros países. Deve-se considerar que o Estado do RJ possui diferentes condições políticas, sociais, econômicas, culturais e ambientais. Assim, os princípios e elementos desenvolvidos para a implantação de PIEs em outros países devem ser modificados e adaptados a nossa realidade.
- ↳ Os casos de sucesso e fracasso de outros países devem ser utilizados para balizar o desenvolvimento de PIEs no Estado do RJ, evitando os erros e atentando para os aspectos positivos.

As recomendações apresentadas direcionam-se a ações a serem implementadas pela gestão ambiental pública e pela privada. Cabe, entretanto, assinalar que entidades representativas dos diferentes segmentos produtivos do Estado como os sindicatos, o SEBRAE e a FIRJAN, tem um papel fundamental como articuladores entre as indústrias e os órgãos governamentais, podendo contribuir na informação e capacitação junto às indústrias, em particular as de pequeno e médio porte.

Em relação à continuidade do desenvolvimento de PIEs no Estado do Rio de Janeiro, algumas questões ainda deveriam ser respondidas:

- ↳ O desenvolvimento dos PIEs no Estado teria evoluído de forma diferente caso o governo, incluindo a FEEMA, houvesse dado o suporte necessário, atuando realmente como parceiros das indústrias, conforme previsto no lançamento dos PIEs em 2002?
- ↳ Que tipo de parceria poderia ser estabelecida entre o atual governo do Estado, indústrias, comunidade, universidade, instituições privadas para que os PIEs, conforme previsto no Decreto que instituiu o programa, sejam o instrumento de gestão capaz de auxiliar o Estado do RJ a melhorar suas condições ambientais, econômicas e sociais, contribuindo para um desenvolvimento mais sustentável?
- ↳ Que outros atores poderiam tornar-se parceiros no desenvolvimento de PIEs?
- ↳ Até quando o setor privado continuará guiando e /ou liderando o programa sem o apoio do governo?
- ↳ Será que os quatro PIEs em desenvolvimento no Estado vão conseguir alcançar as reais dimensões e potencialidades que este instrumento oferece?

Finalmente, com base no que foi apresentado ao longo deste estudo em relação ao desenvolvimento de PIEs, pode-se concluir que os PIEs possuem os elementos e o potencial necessários para introduzir as mudanças e melhorias na atual estrutura industrial do Estado do RJ, contribuindo através de uma gestão ambiental mais cooperativa para o desenvolvimento sustentável, em um futuro próximo. Porém, uma visão mais abrangente e integradora é necessária, na qual, os interesses das indústrias, universidade, comunidade, governo e demais instituições públicas e privadas convirjam para este mesmo objetivo.

6.2. Recomendações Gerais para o Planejamento de PIEs

Pelo que foi apresentado ao longo deste estudo, pode-se concluir que os PIEs podem resultar em benefícios ambientais, econômicos e sociais para os atores envolvidos. Para isso, faz-se necessário uma gestão ambiental cooperativa entre estes atores. Estudos realizados na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, pelos pesquisadores Rosenthal, Cote e McGalliard (1996 e 1998) destacaram a importância do estabelecimento de parcerias e a cooperação entre as indústrias, a comunidade, gestores, os centros de pesquisa, as universidades, as instituições financeiras, o setor privado e o setor público para garantir a implementação dos PIEs e conseqüentemente um desenvolvimento mais sustentável. Para estes pesquisadores, o sucesso ou o fracasso de um PIE esta diretamente relacionado às parcerias, à cooperação e à confiança desenvolvida entre estes atores.

Tudor, Adan & Bates (2006) destacaram algumas tendências mundiais de evolução que fortalecem o desenvolvimento de PIEs:

- ↵ A gestão ambiental cooperativa vem sendo reconhecida como um instrumento para equacionar as questões ambientais, econômicas e sociais.
- ↵ A preocupação com o meio ambiente esta cada vez maior.
- ↵ Os recursos naturais estão mais escassos e utilizados quase a sua exaustão.
- ↵ O desempenho econômico, social e ambiental estão sendo colocados cada vez mais em um mesmo plano, complementando-se.
- ↵ Empregados e empregadores trabalhando lado a lado contribuindo para o desenvolvimento sustentável, buscando melhorar as condições de saúde e segurança no trabalho.
- ↵ O aumento na demanda por qualidade e por preços competitivos.
- ↵ As indústrias tendem a se tornar mais responsáveis quanto à gestão de seus resíduos (aumento da conscientização ambiental associado a instrumentos de comando e controle);

- ↳ O setor público atuando de forma integrada com o setor privado e com a comunidade, contribuindo para o desenvolvimento de iniciativas mais sustentáveis.

Finalmente, a título de síntese, apresentam-se algumas conclusões e recomendações gerais relativas à implementação de PIEs:

1. A articulação entre os atores deve ocorrer desde o início da etapa de planejamento.
2. As etapas de implantação do PIE devem ser planejadas de forma flexível, se adequando ao mix de tipologias industriais, tecnologias, processos, recursos, atores e cultura local.
3. A gestão cooperativa, ou seja, a cooperação, a integração e a parceria entre os atores envolvidos.
4. A presença de uma indústria âncora facilita o processo de seleção das demais tipologias industriais, pois a partir dela, desenvolve-se o mix ideal para permitir as sinergias de resíduos.
5. Alguns autores apresentam as sinergias de resíduos, energia e água como a principal elemento de um PIEs, porém se o objetivo maior é o desenvolvimento sustentável, é necessária uma visão mais abrangente, incorporando uma perspectiva ambiental, econômica e social simultaneamente ao projeto, ou seja, o desenvolvimento outras sinergias tais como o uso compartilhado de instalações e serviços de uso comuns às indústrias, a permuta de serviços entre as indústrias, o desenvolvimento de atividades ambientais e comunitárias. O tempo e o custo necessários à operacionalização destes serviços são menores do que os necessários ao desenvolvimento de outras sinergias. De todos os elementos de um PIE, a permuta de resíduos é aquele que demanda um maior prazo e um maior custo para se consolidar.
6. A implantação de um PIEs é um processo de longo prazo, que demanda a articulação dos atores envolvidos em todas as etapas do processo.
7. A denominação de PIE pode ser utilizada como uma ferramenta de marketing, com o objetivo de melhorar da imagem das indústrias no mercado (*market image*) e atingir outras camadas do mercado (*market share*). Conforme mencionado anteriormente, pode-se criar um “rótulo ambiental” para as indústrias integrantes do PIE (*eco label*).

8. Ao desenvolvimento social e a preservação do meio ambiente devem ser atribuídos o mesmo grau de importância que o crescimento econômico.
9. Retorno financeiro. Se um PIE não atingir sua meta de desempenho econômico / financeiro, ou seja, se as indústrias não obtiverem lucro, este PIE não poderá contribuir para a conservação do meio ambiente e para o desenvolvimento comunitário.
10. A educação, ou seja, um maior conhecimento do tema é fundamental para o sucesso da iniciativa.
11. O que diferencia um PIE de um DI é a visão do todo, do conjunto - comunidade, indústrias, meio-ambiente, cooperação, parceria, confiança e não apenas um grupo de indústrias co-localizadas que operam individualmente. É a visão “nossa indústria”, da coletividade, em oposição à “minha indústria”. Essa é uma visão de longo prazo, que deve ser consolidada gradualmente, durante cada uma das etapas de implementação do PIE. Em um DI, as indústrias tendem a considerar o que elas podem fazer por si só, sem considerar os ganhos e oportunidades resultantes de possíveis parcerias.

Conforme apresentado ao longo deste estudo, o desenvolvimento de PIEs é um processo de longo prazo que pode resultar indústrias mais competitivas, empregos sustentáveis, comunidades sustentáveis e na conservação do meio-ambiente, porém, a continuidade dos PIEs no Estado do RJ só será possível se houver 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.

Estes desafios podem ser vencidos com o novo paradigma da gestão cooperativa, que requer que cada ator envolvido trabalhe de forma integrada, utilizando os recursos de uma forma mais sensata e buscando atingir o desenvolvimento sustentável e o bem estar coletivo.

6.3. Sugestões para Trabalhos Futuros

Este estudo sugere para trabalhos futuros os seguintes temas:

1. Replicar os conhecimentos adquiridos neste estudo não só no Estado do Rio de Janeiro, como também em outros Estados brasileiros.
2. Identificar os instrumentos legais a nível Federal, Estadual e Municipal que possam incentivar o desenvolvimento de PIEs.
3. Definir um plano de ação estadual / municipal capaz de fomentar o desenvolvimento de PIEs.
4. Desenvolver um software para gerenciamento de resíduos e desenvolvimento de sinergias de resíduos entre diversas tipologias industriais com base no FaST (Facility Synergy Tool), porém, adequando-o para a realidade das indústrias brasileiras.
5. Definir uma determinada região e para esta região realizar, o planejamento de uma rede de simbiose de resíduos. Para tanto é necessário um corpo técnico responsável por realizar análises econômicas, técnicas, ambientais e de regulamentações, devendo esta análise ser discutida entre os diversos atores interessados.
6. Conforme mostrado neste estudo, a SI é uma ferramenta da EI que busca minimizar os impactos ambientais causados pela disposição dos resíduos industriais, através da re-inserção destes resíduos no processo produtivo como insumo. Para tanto é necessário se organizar um banco de dados com as informações de geração, especificação de resíduos, consumo de matéria prima e insumos, processos de origem dos contaminantes de todas tipologias industriais localizadas em um PIE. A gestão dessas informações é um dos principais pontos a serem trabalhados. O livre acesso às informações ambientais é uma questão que gera controvérsias nas indústrias.
7. Realizar de uma análise técnico-econômica para dimensionar os ganhos financeiros, sociais, ambientais, os recursos humanos e materiais, as tecnologias disponíveis e os parâmetros ambientais desejados em um PIE em nível de Brasil.
8. Realizar um estudo de viabilidade econômica, técnica e ambiental quanto à implementação de PIEs no Brasil, com apoio da academia, que apoiaria o

desenvolvimento de pesquisa nesta área, além de capacitar recursos humanos para a aplicação dos conhecimentos adquiridos entre os setores interessados.

Referências Bibliográficas

1. ABRELPE. “Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2005”, Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), São Paulo, Brasil, 2005.
2. ABUYUAN, A., HAWKEN, I., NEWKIRK, M., WILLIANS, R, “Waste Equal Food: Developing a Sustainable Agriculture Cluster for a Proposed Resource Recovery Park in Puerto Rico”, Bulletin 106, Yale F & ES Bulletin, USA1999.
3. AEDIN, “Relatório de Sustentabilidade do Ecopolo Distrito Industrial de Santa Cruz”, Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz, Rio de Janeiro, 2002.
4. AMORIM, A. “Iluminação Natural, Conforto Ambiental e Eficiência Energética no Projeto de Arquitetura”, UNB, 2005.
5. ASDIN, “Relatório do Ecopolo da Fazenda Botafogo”, Associação das Empresas do Distrito Industrial de Fazenda Botafogo, Rio de Janeiro, outubro de 2005.
6. ASDIN, “Relatório do Ecopolo da Fazenda Botafogo”, Associação das Empresas do Distrito Industrial de Fazenda Botafogo, Rio de Janeiro, janeiro de 2007.
7. ALLEN, D.T. & BUTNER, R. S., “Industrial Ecology: a chemical engineering challenge”, www.cepmagazine.org, pp. 40-45, 2002.
8. ARAÚJO, M. A. “A moderna construção sustentável”, Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, disponível em : www.idhea.com.br, publicado em fevereiro de 2005.
9. ARROYO, J. G., “Análisis Estratégico de los Conglomerados y la Simbiosis Industrial como Herramienta de Desarrollo Económico para Puerto Rico”, Master’s Thesis in Business Administration and Industrial Management, Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico, 2004.

10. BARIS, M., DION, K., NELSON, C., ZHANG, Y., “Industrial Symbiosis in New Haven Harbor: English station west”, Yale F&ES Bulletin 106, Connecticut, 2001.
11. BARJA, G.J.A., “A Cogeração e sua Inserção no Sistema Elétrico”, Dissertação de Mestrado, UNB, Brasília, DF, Brasil, 2006.
12. BARQUETTE, S. M. V., “Localização de Empresas de Base Tecnológica e Surto de Criação de Incubadoras: condicionantes do salto paradigmático”, Tese de Doutorado, FGV-EAESP, São Paulo, S.P., Brasil, 2000.
13. BASTOS, L., BARROSO-KRAUSE, C., “Sustentabilidade e Arquitetura: histórico e abordagem do estado da arte”, Proarq-fau-ufrj: www.fau.ufrj.br/proarq, novembro 2005.
14. BENNET, E., HEITKAMP, E., KLEE, R., THOMAS, P., “Clark Special Economic Zone: finding linkages in an existing industrial estate”, Bulletin 106, Yale F&ES, Connecticut, 2001.
15. BCSD-GM, “By-Product Synergy: A Demonstration Project Tampico, Mexico”, Bussiness Council of Sustainable Development, Gulf of Mexico; Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible – Golfo de Mexico; USA, 1999.
16. BOONS A.J., & LAMBERT,D., “Eco-Industrial Parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks”, Technovation, nº 22, pp. 471-484, 2002.
17. BREWSTER, J., “Industrial Ecology and its Relationship to Cleaner Production”, International Conference on Cleaner Production, Beijing, China, 2001.
18. CAMPBELL, S. et al., “Yale University Eletronics Recycling”, Bulletin 106, Yale F&ES , Connecticut, 2002.
19. CB – 38 – Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental, Página eletrônica <http://www.abnt.org.br/cb38>. Acesso em 24/03/2007

20. CHAVANICH, A., “Thailand’s Eco Industrial State Development”, Eco Industrial State Project, Environmental and Safety Control Division, Thailand, 2001.
21. CHEN D J, LI Y R, SHEN J Z, HU S Y, “The Planning and Design of Eco-Industrial Parks in China”, Papers Delivered at International Conference on Cleaner Production, Beijing, China -- September 2001
22. CHERTOW, M., “Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy”, Annual Review of Energy and Environment, V. 25, pp. 313-337, 2000.
23. CHERTOW, M. & M. PORTLOCK, “Developing industrial ecosystems. Approaches, cases, and tools”, Bulletin 106, Yale F&ES, Connecticut, 2002.
24. CHERTOW, M. “Industrial symbiosis”, In Encyclopedia of energy, edited by C. J. Cleveland, Oxford: Elsevier, 2004.
25. CHERTOW, M. & LOMBARDI, R. “Quantifying economic benefits of colocated firms”, Environmental Science and Technology, 39(17): 6535–6541, 2005.
26. CHIU, A. “Eco Industrial Networking in Asia, International Conference on Cleaner Production”, Beijing, China, September, 2001, disponível em: <http://www.p2pays.org/ref/22/21527.htm>.
27. CHIU, A., YOUNG, G., “On the Industrial Ecology Potential in Asian Developing Countries”, Journal of Cleaner Production, 12:1037 – 1045, 2004.
28. CIDE. “Dados de Referência”, Fundação CIDE, Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
29. COPPE/UFRJ/IBAM, “Revisão do Zoneamento Industrial da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Diagnóstico Consolidado e Banco de Dados Georeferenciado”, Consórcio COPPE/UFRJ/IBAM, Rio de Janeiro, 2000.
30. CÔRREA NETO, Vicente, “Análise de Viabilidade da Cogeração de Energia Elétrica em Ciclo Combinado com Gaseificação de Biomassa de Cana-de -

- açúcar e Gás Natural”, Dissertação de Mestrado, PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2001.
31. CÔTÉ, R. & HALL, J., “Industrial Parks as Ecosystems”, *Journal of Cleaner Production*, v.3, n 1-2, pp. 41-46, Elsevier Science, 1995.
 32. DAMA, “Parques Industriales Ecoeficientes”, Documento Marco, Departamento Tecnico Administrativo del Medio Ambiente de Colombia (DAMA), disponível em : <http://www.dama.gov.co/newsecs/pie.doc>
 33. DAMA, “Parques Industriales Ecoeficientes”, Alcaldia Mayor de Bogotá, Departamento Tecnico Administrativo del Medio Ambiente de Colombia (DAMA), disponível em: <http://200.14.206.180/pie/guia.pdf>.
 34. DEPPE, M. & SCHLARB, M., “Eco Industrial Development Workbook”, Work an Environmental Initiative, Cornell University, 2001.
 35. DESROCHERS, P., “Cities and Industrial Symbiosis; some historical perspectives and policy implications”, *Journal of Industrial Ecology*, v. 5, nº 4, pp. 29 – 44, MIT Press, 2002.
 36. DESROCHERS, P., “Eco-Industrial Parks: the case of private planning”, *The Independent Review*, v. 5, nº 3, pp. 345-371, 2001.
 37. DIAS S. & YATES, R., “Advancing Cooperative BPS Programs Between Canada, México & USA”, Hatch, Sheridan Science and Technology Park, Ontario, Canada, 2001.
 38. ECOLOGUS, “Estudo de Impacto Ambiental para Implantação da Usina Hidrelétrica de Paracambi”, Ecologus Engenharia Consultiva, ElPaso Energy International, Rio de Janeiro, setembro 2001.
 39. EHRENFELD, J. & GERTLER, N., “Industrial Ecology in Practice: the evolution and interdependence at Kalundborg”, *Journal of Industrial Ecology*, v. 1, nº 1, pp. 67–79, MIT Press, 1997.

40. ERKMAN, S., “Industrial Ecology: a new perspective on the future of industrial system”, Institute for Communication and Analysis of Science and Technology (ICAST), Swiss medical Weekly, n° 131, pp. 531 – 538, Geneva, Switzerland, 2001.
41. ERKMAN, S., “Industrial Ecology: an historical view”, Journal of Cleaner Production, v. 5, n ° 1-2, pp. 1-10, Elsevier Science, 1997.
42. FEEMA, “O Programa Passo a Passo”, Programa Ecopólo, Fundação estadual de Engenharia do Meio Ambiente, Rio de Janeiro, 2002.
43. FEEMA, “Classificação da Tipologia das Atividades por Potencial Poluidor”, Fundação estadual de Engenharia do Meio Ambiente, Rio de Janeiro, MN-050-R-1.
44. Fiesp/Ciesp, “Manual de Conservação e Reúso de Água Para a Indústria”, Volume 1, Federação e Centro das Indústrias do Estado de São Paulo, São Paulo, 2006.
45. FIRJAN, “Manual de Gerenciamento de Resíduos: Guia de procedimento”, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, 2º Edição, Junho de 2006.
46. FIRJAN, “Gestão para Reaproveitamento de Materiais nas Indústrias do Estado Rio de Janeiro”, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, Edição especial, março de 2004.
47. FIRJAN, “A gestão ambiental nas indústrias do Estado do Rio de Janeiro”, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, Edição especial, junho, 2002.
48. FLEIG, A-K, “Eco-Industrial Parks: a strategy towards industrial ecology in developing and newly industrialized countries”, Pilot project, Strengthening Environmental Capability in Developing Countries (ETC), Eschborn, Germany, 2000.

49. FRAGOMENI, A. L., “Parques Industriais Ecológicos como Instrumento de Planejamento e Gestão Ambiental Cooperativa”, Dissertação de Mestrado, PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2005.
50. FROSCHE R.A, GALLOPOULOS, N.E. “Strategies for manufacturing”, *Scientific American*, 261: 3: 94–102, 1989.
51. GARNER, A., KEOLEIAN, G.A., “Industrial Ecology: An Introduction”, National Pollution Prevention Center for Higher Education, University of Michigan, Michigan, 1995.
52. GAY, L. R. & DIEBL, P. L., “Research Methods for Business and Management”, Macmillan Publishing Company, 679 p., New York, USA, 1992.
53. GENG, Y., CÔTÉ, R., “Environmental Management Systems at the Industrial Park Level in China”, *Environmental Management*, 10.1007/s00267-002-2854-9, New York, Inc. 2003.
54. GERTLER, N., “Industrial Ecosystems: Developing Sustainable Industrial Structures”, Master Dissertation, Massachusetts Institute of Technology- MIT, Massachusetts, USA, 1995.
55. GHANI, S., “Puerto Rico Fact Sheet, Country Analysis” disponível em <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/prico.pdf>, setembro, 2004
56. GIBBS, D., DEUTZ, P., “Implementing Industrial Ecology? Planning for eco-industrial parks in the USA”, *Geoforum*, Elsevier Science, 2004.
57. GRANT, J., “Planning and Designing Industrial Landscapes for Eco-Efficiency”, *Journal of Cleaner production*, v. 5, nº 1-2, pp. 75-78 Elsevier Science, 1997.
58. GTZ (German Technical Cooperation) & Industrial State Authority of Thailand, “Eco Industrial Parks: a strategy towards industrial ecology in developing and newly industrialized countries”, Thailand, May 2000.

59. GTZ, “Guidelines On Co-Processing Waste Materials In Cement Production”, Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ), L. Timberlake Edit, Germany, 2005.
60. HARPER, E.M. & GRAEDEL, T.E., “ Industrial Ecology: a teenager’s progress”, *Technology in Society*, V. 26, 2-3, pp. 433-445, 2004
61. HEERES, R.R., VERMEULEN, W. J. V., WALLE, F. B., “ Eco Industrial Park Initiatives in the USA and Netherlands: first lessons” , *Journal of Cleaner Production*, V.12, pp. 985-995, 2004
62. HILLARY, R., “Environmental management systems and the smaller enterprise”, in: *Journal of Cleaner Production*, V. 12, pp. 561-569, 2003.
63. IBGE, “Perfil dos Municípios Brasileiros 2002”, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, Brasil, 2005.
64. JELINSKI, L. W., GRAAEDEL, T. E., LAUDISE, R.A., McCALL, D.W. & PATEL, C. K. N., “Industrial Ecology: Concepts and Approaches” , *Proceedures National Academy of Science*, v. 89, pp. 793-797, USA, 1992.
65. KELLOG, T., PFEISER, D., “The green Triangle of Boston, Massachusetts: an eco industrial cluster”, *Bulletin 106, Yale F & ES*, pp. 251-277, USA, 1999.
66. KINCAID, J., “Industrial Ecosystem Development Project Report”, Triangle J Council of Governments, USA, May , 1999.
67. KORHONEN, J., “ Theory of industrial ecology: the case of the concept of diversity”, University of Tampere, Research Institute for Social Sciences Kanslerinrinne 1 (Pinni B), FIN-33014, University of Tampere, Finland, *Progress in Industrial Ecology – An International Journal*, Vol. 2, No. 1, 2005.
68. KORHONEN, J., “Some Suggestions for Regional Industrial Ecosystems – Extended Industrial Ecology”, *Eco Management and Auditing*, v. 8, pp. 57-69, Finland, 2001.

69. La Rovere, E. L., “Política Ambiental e Planejamento Energético”, Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente, PPE/ COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, Junho de 2002.
70. LEI, S., DONGHUI, Z., “A Generalized Framework and Methodology for Product Planning in Eco-Industrial Parks”, International Conference on Cleaner Production, Beijing, China, 2001.
71. LEMOS, H. “Convenção da Basiléia”, Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, disponível em <http://www.basel.int>, 2001.
72. LORA, E. E. L., “Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte”, Editora Interciência, Segunda Edição, Rio de Janeiro, 2002.
73. LOWE E. & EVANS, L., “Industrial Ecology and Industrial Ecosystems”, Journal of Cleaner Production, v. 3, nº 1-2, pp. 47-53, Elsevier Science, 1995.
74. LOWE, E., “Creating By-Product Resources Exchange: strategies for eco-industrial parks”, Journal of Cleaner Production, V.5, n. ° 1-2, pp. 55-65, 1997.
75. LOWE, E., “Eco-Industrial Park Handbook for Asian Developing Countries”, Indigo Development, USA, disponível em: <http://indigodev.com>, October, 2001.
76. LOWE. E., “An Eco-Industrial Park Definition for the Circular Economy”, Indigo Development, disponível em: http://indigodev.com/Defining_EIP.html, , 2005.
77. LOWE, E., “South Korean EIP Initiative”, Indigo Development, disponível em: http://www.indigodev.com/korea_eip.html, 2005.
78. MAGRINI, A. & MONTEZ, E. M. P. “Subsídios para a melhoria da Qualidade Ambiental da Região Metropolitana do Rio de Janeiro através da Proposição de Novas Configurações Industriais”, IX Congresso Brasileiro de Energia, Soluções para Energia no Brasil, Anais, 2002.

79. MARCONDES, A. C., “Ecologia”, 3ª edição, São Paulo, Editora Atual Ltda, 1998.
80. MELOY, J.M., “Writing the Qualitative Dissertation: Understanding by Doing”, LEA Editor, USA, 1994.
81. MITCHELL, L. “Resource Manual on Infrastructure for Eco-Industrial Development”, University of Southern California, Center for Economic Development, School of Policy, Planning, and Development, CA, USA, July 2002.
82. MORIKAWA, M., “Eco-Industrial Developments in Japan”, Working Paper # 11. RPP International, Indigo Development Center, Emeryville, CA, USA, disponível em: <http://www.indigodev.com/Eco-JapanDownload.html>, 2000.
83. MORTON, B., SIMON, S., STIRRATT, T., “Connecticut Newsprint: a conceptual model for eco-industrial material flows”, Yale F&ES Bulletin 106, Connecticut, 1998.
84. MÜLFARTH, R. K. , “O Futuro pode ser Limpo”, PROJETO DESIGN , Labaut-Laboratório do Departamento de Tecnologia da FAU-USP , Edição 277 Março 2003, disponível em <http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/tecnologia32.asp>
85. NAKAJIMA, N., “A Vision of Industrial Ecology: state-of-the-art practices for a circular and service-based economy”, University of Toronto, Bulletin of Science, Technology & Society, Vol. 20, Nº 1, 54-69, February, 2000.
86. NATIONAL Pollution Prevention Center for Higher Education, “Industrial Ecology: an introduction”, University of Michigan, November, 1995.
87. OH, D., KIN, K., JEONG, S. “Eco-Industrial Park Design: a Daedeok Technovalley case study”, Habitat International, December 2003.
88. PATEL, R., MODI, B., PATWARI, S., GOPICHANDRAN R., WILDERER, M. “Aspects of Eco Industrial Networking exercise at the Naroda Industrial Estate”, Ahmedabad, Gujarat, India: Foundations, Present Status and Future Directions, New Strategies for Industrial Development Conference, Philippines, April 2003.

89. PAULI, G., “Zero Emissions: the ultimate goal of cleaner production”, *Journal of Cleaner Production*, v. 5, n° 1-2, pp. 109-113, Elsevier Science, 1997.
90. PCSD, President’s Council on Sustainable Development. “Eco-Industrial Park Workshop Proceedings” , Washington, DC, USA, 1996.
91. PECK, S., “When is an Eco-Industrial park not an Eco- Industrial Park”, *Journal of Industrial Ecology*, V. 5, n. ° 3, pp. 3-5, MIT Press, 2002.
92. PECK, S. “EIP Development and Canada: Final Report”, Peck and Associates, Canada, 2003. Disponível em : <http://www.acpco.com/panda>
93. PEI-JU , PERRY; BOON LAY , YANG AND ONG., “Applying ecosystem concepts to the planning of industrial areas: a case study of Singapore’s Jurong Island”, *Journal of Cleaner Production*, V.12, pp.1011-1023, 2004.
94. PELLENBARG, P.H., “Sustainable Business Sites in the Netherlands: a survey of policies and experiences”, *Journal of Environmental Planning and Management*, V. 45(1), pp. 59-84, 2002.
95. PENN, I. & VOS, R. O., “Resource Manual on Infrastructure for Eco-Industrial development”, National Center for Eco Industrial Development, University of Southern California, USA, 2002.
96. PENN, I., VOS, R. O. & SCHLARB, M., “Eco Industrial Strategies and Environmental Justice: An Agenda for Healthy Communities: integrating Brown fields and Eco-Industrial Development” National Center for Eco Industrial Development, University of Southern California, USA, 2002.
97. PREFEITURA DE PARACAMBI, “Relatório Empresário Legal”, Gabinete do Prefeito, Paracambi, 2004.
98. RAMOS, R.A.R., “Localização Industrial : um modelo espacial para o Noroeste de Portugal”, Tese de Doutorado, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2000.

99. RIBEIRO, J.C., “Nota Técnica – Utilização dos Resíduos Sólidos”, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Fórum Nacional da Normalização, 2004.
100. ROBERTS, B. & GREENHALGH, E., “Planning for Eco-Industrial parks to Facilitate Industrial Ecologies within South-East Queensland”, Sustainable Millennium: new approaches conference, Australia, 2000.
101. ROBERTS, BRIAN H., “The application of industrial ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: an Australian case study”, *Journal of Cleaner Production*, V:12, pp. 997-1010, 2004.
102. ROSENTHAL, E., MUSNIKOW, J., “Eco-industrial Strategies: Unleashing Synergy between Economic Development and the Environment”, Work and Environment Initiative, Cornell University, USA, 2003.
103. ROSENTHAL, E.C. & CÔTÉ, R.P., “Designing Eco-Industrial Parks: a synthesis of some experiences”, *Journal of Cleaner Production*, No. 6, pp. 181-188, 1998.
- 104.** ROSENTHAL, E. C. & MCGALLIARD.T., “Designing Eco-Industrial Parks: The United States Experience”. United Nations Environment Programme, *Industry and Environment*, Vol. 19, No. 4, 1996.
- 105.** ROSENTHAL, E. C. & MCGALLIARD, T., “Eco-industrial development: the case of the United States”, Institute for Prospective Technological Studies Report, 1998, available at: www.jrc.es/pages/f-report.en.html
- 106.** ROSENTHAL, E., BELL, M. & MCGALLIARD, T. N., “Designing Eco Industrial Parks: the North America Experience”, Work and Environmental Initiative, Cornell University, disponível em: www.cfe.cornell.edu/wei/EIDP/design.html, 1998.
107. SCHLARB, M., “Eco Industrial Development: a strategy for building sustainable communities”, U. S. Economic Development Administration, Work and Environment Initiative, Cornell University, 2001.

108. SCHWARZ, E. J., STEINNINGER, K. W., “ Implementing Nature’s Lesson: the industrial recycling network enhancing regional development” , Journal of Cleaner Production, V. 5, 1-2, pp. 47-56, 1997.
109. SEAGER, T. P. & THEIS, T.L., “A Uniform Definition and a Quantitative basis for Industrial Ecology”, Journal of Cleaner Production, Nº 10, pp. 225-235, 2002.
110. SEVERINO, A. J., “Metodologia do Trabalho Científico”, 1ªEdição, Cortez Editora, São Paulo, 1995.
111. SHOULAN, W. & SHOAOHUA, W., “Cleaner Production in China”, International Conference on Cleaner Production, Beijing, China, 2001.
112. SINGHAL, S. & KAPUR, A., “Industrial estate Planning and Management in India – an integrated approach towards industrial ecology”, Journal of Environmental Management, Nº 66, pp. 19-29, 2002.
113. STARLANDER, J. E., “Industrial Symbiosis: A Closer Look on Organizational Factors, a study based on the Industrial Symbiosis project in Landskrona”, IIIIEE, Lund University, Sweden, 2003.
114. STERR, T., OTT, T., “The Industrial Region as a Promising Unit for Eco-Industrial Development – reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology”, Journal of Cleaner Production, V; 12, pp. 947-965, 2004.
115. STRÖHER, O. P., “Diagnóstico do Perfil da Tecnologia da Informação nas Pequenas Empresas do Ramo Industrial do Vale do Eivai, Norte do Paraná”, Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2003.
116. TANIMOTO, A. H., “Proposta de Simbiose Industrial para minimizar os resíduos sólidos no Pólo de Camaçari”, Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil, 2004.

117. TAVARES, M.E., “Um Estudo do Conceito de Ecologia Industrial e sua Aplicação ao Setor Cimenteiro”, Dissertação de Mestrado, PPE/COPPE/UFFJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1999.
118. TEIXEIRA, A. C., “Tratamento de Efluentes Industriais”, Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia, Programa de Engenharia Ambiental, Pontifícia Universidade Católica, 2006.
119. TJCG, “Industrial Ecosystem Development Project Report”, Triangle J Council of Governments, North Carolina, USA, May 1999.
120. TUDOR, T., ADAM, E. & BATES, M., “Drivers and Limitations for Successful Development and Functioning of EIPs: a literature review”, *Ecological Economics*, Science Direct, 2006.
121. US – EPA, “Eco-Industrial Parks: A Case Study and Analysis of Economic, Environmental, Technical, and Regulatory Issues, Final Report”, United States Environmental Protection Agency, DC, USA, 1996.
122. US – EPA, “Briefing Paper on Industrial Ecology and EPA Focusing on the Environment from the Point of View of Resources, Products, Industrial Systems and Eco-Efficiency”, *Industrial Ecology Workbook*, US-Environmental Protection Agency, USA, 2001.
123. VAN BERKEL, R., WILLEMS, E., LAFLEUR, I., “The Relationship between Cleaner Production and Industrial Ecology”, *Journal of Industrial Ecology*, v. 1, 1, pp. 51-66, MIT Press, 1997.
124. VAN LEEUWEN, M., VERMEULEN, W., GLASBERGEN, P., “Planning Eco Industrial Parks: an analysis of the Dutch planning methods”, *Business Strategy and Environment*, V: 12, pp.147-162, 2003.
125. VITERBO JUNIOR, E. “Sistema Integrado de Gestão Ambiental”, 2 ed., São Paulo: Editora Aquariana, 1998.
126. VON HAUFF, M., WIRTSCH.-ING, WILDERER, M.Z., “Eco Industrial Networking: A practicable approach for sustainable development in developing

countries”, Presentation at the Helsinki Symposium on Industrial Ecology and Material Flows, Helsinki, August – September, 2000.

127. WALLNER, H. P., “Towards Sustainable Development of Industry: networking, complexity and eco-clusters”, *Journal of Cleaner Production*, v. 7, pp. 49-58, Elsevier Science, 1999.
128. ZWETSLOOT, G.I.J.M. & GEYER, A., “The Essential Elements of Successful Cleaner Production Programmes”, *Journal of Cleaner Production*, v. 4, n° 1, pp. 29-39, Elsevier Science, 1996.

Sites Consultados:

1. Associação das Indústrias do Distrito Industrial de Fazenda Botafogo (ASDIN):
<http://www.asdin.com.br/>
2. Canadian Eco Industrial Network, <http://www.cein.ca/cein/projects.html>
3. Companhia de Desenvolvimento Industrial do Estado do Rio de Janeiro (CODIN): <http://www.codin.rj.gov.br>
4. Cornell University center for the Environment: <http://www.cfe.cornell.edu>
5. Dalhousie University: <http://mgmt.dal.ca>
6. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA):
<http://www.feema.rj.gov.br>
7. Fundação Nacional de Engenharia do Meio-Ambiente (FEEMA)
<http://www.feema.gov.br>
8. Indigo Development: <http://www.indigodev.com>
9. Industrial Symbiosis Exchange Resources: <http://www.symbiosis.dk>
10. Inter-American Development Bank (IADB): <http://iadb.org>
11. Ministério do Meio-Ambiente (MMA): <http://mma.gov.br>
12. Município de Paracambi: <http://www.paracambi.rj.gov.br/2007/>
13. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD):
www.oecd.org
14. Smart Growth Network:
http://www.smartgrowth.org/library/eco_ind_case_intro.html
15. Sistema de Resposta para Emergências Externas do Pólo Industrial de Campos Elíseos (APELL - Campos Elíseos): <http://www.apellce.com.br/>
16. United Nations Economic Commission for Europe (UNECE): <http://unece.org>

17. United Nations Environment Program (UNEP): <http://unep.org>

18. United States Environmental Protection Agency (US-EPA): <http://www.epa.gov>

19. University of Hull, European Sites:
<http://www.hull.ac.uk/geog/research/EcoInd/html/europe.html>.

20. University of Hull, North American Sites:
<http://www.hull.ac.uk/geog/research/EcoInd/html/namer.html>

21. World Bank: <http://wb.org>

Contatos:

- Contato via email - Eng.Carlos Augusto, Gerente de Meio Ambiente da Pan-Americana, janeiro, 2007.

- Contato via email - Sr. Leonardo Sambaquy, empresa Gerdau, janeiro, 2007.

- Contato via telefone:

Dr. Helio Vanderlei – Secretário Municipal de Planejamento do Município de Paracambi (ano de 2006)

Elessandra Domingos Maciel Miranda - Superintendente de Projetos Ambientais (ano 2006 e 20007)

- Contato pessoal:

Dr. Celso Cunha – Secretário Municipal de Desenvolvimento Econômico e Infraestrutura do Município de Paracambi (ano de 2003 e 2004).

Sr^a. Suely Baldez – Secretária Municipal de Desenvolvimento Econômico e Infraestrutura do Município de Paracambi (ano de 2005).

Anexos

ANEXO 1

Questionário: Inventário das Indústrias do Município de Paracambi