



UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

ESCOLA POLITÉCNICA

DEPTº DE ENGENHARIA AMBIENTAL - DEA

MEPLIM

MESTRADO PROFISSIONAL EM
GERENCIAMENTO E TECNOLOGIAS
AMBIENTAIS NO PROCESSO PRODUTIVO

ARMANDO HIROHUMI TANIMOTO

PROPOSTA DE SIMBIOSE INDUSTRIAL PARA
MINIMIZAR OS RESÍDUOS SÓLIDOS NO PÓLO
PETROQUÍMICO DE CAMAÇARI



2004

ARMANDO HIROHUMI TANIMOTO

**PROPOSTA DE SIMBIOSE INDUSTRIAL PARA MINIMIZAR OS
RESÍDUOS SÓLIDOS NO PÓLO PETROQUÍMICO DE
CAMAÇARI**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Asher Kiperstok

Salvador

2004

T1649p Tanimoto, Armando Hirohumi

Proposta de simbiose industrial para minimizar os resíduos sólidos no Pólo Petroquímico de Camaçari / Armando Hirohumi Tanimoto --- Salvador-Ba, 2004.
151p. il.

Orientador: Prof. Dr. Asher Kiperstok
Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, 2004.
Referências, Apêndices e Anexos.

1. Resíduos Industriais 2. Indústrias Petroquímicas – Aspectos Ambientais 3. Poluição Ambiental I.Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. II. Kiperstok, Asher III. Pólo Petroquímico de Camaçari. IV.Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

ARMANDO HIROHUMI TANIMOTO

PROPOSTA DE SIMBIOSE INDUSTRIAL PARA MINIMIZAR OS RESÍDUOS SÓLIDOS NO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAMAÇARI

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – Ênfase em Produção Limpa, Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Asher Kiperstok _____
PhD em Engenharia Química, Tecnologias Limpas
University of Manchester, Institute of Science and Technology, Reino Unido

Armando de Azevedo Caldeira Pires _____
Doutor em Engenharia Mecânica
Universidade Técnica de Lisboa, Portugal

Francisco Lima Cruz Teixeira _____
Doutor em Política de Ciência e Tecnologia
University of Sussex, Inglaterra

Luís Felipe Machado do Nascimento _____
Doutor em Economia e Meio Ambiente
Universitat Gesamthochschule Kassel, GHK, Alemanha

Salvador, 19 de janeiro de 2004

Dedico esta dissertação à minha esposa Ângela, eterna companheira e incentivadora do meu trabalho, e aos meus filhos Hideo e Akemi para que eles vejam o mundo de uma forma positiva e salutar, motivando assim seus crescimentos pessoais e profissionais.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais Hiroyasu e Nahomi Tanimoto, pela oportunidade que me proporcionaram em mostrar o caminho dos bancos escolares como fator de independência, e pelos ensinamentos de perseverança e honestidade como princípios de vida;

À minha querida esposa Ângela pela paciência e compreensão nesses últimos anos em que o lazer em família foi dividido com esse trabalho acadêmico;

Ao meu filho Hideo pelos momentos incontáveis em que lhe foi negado mais atenção para um jogo de bola, praia, cinema ...

À minha filha Akemi que mesmo no ventre da mãe, não teve toda a atenção merecida;

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia – CEFET-BA pela oportunidade de crescimento acadêmico e profissional;

Ao prof. Asher Kiperstok pelas suas eternas palavras de incentivo e orientação, contribuindo para a qualidade final dessa dissertação;

Aos meus colegas e representantes das empresas do Pólo Petroquímico de Camaçari, em especial ao Mário Pino/Braskem com seu otimismo contagiante, João Severiano/Braskem com suas ponderações instigantes e ao Péricles Júnior/Caraíba Metais com seu eterno bom humor e solicitude;

Não poderia deixar de agradecer também a equipe do TECLIM, aqui representada pela Lígia Cardoso e profa. Márcia Marinho pelas contribuições de incentivo e orientações acadêmicas;

E a todos aqueles, anônimos alunos e colegas de trabalho, que de alguma forma me deram palavras de apoio nessa jornada sem fim que é a busca pelo conhecimento.

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma proposta para minimizar os impactos ambientais causados pela geração de resíduos sólidos baseado nas práticas de Simbiose Industrial, no Pólo Petroquímico de Camaçari - Ba. Para isso, inicia-se com a discussão do conceito de “Ecologia Industrial”, apresentando algumas ferramentas usadas para a sua prática, dentre elas a própria Simbiose Industrial, que é a otimização dos fluxos mássicos residuais visando seu reaproveitamento como matéria prima ou insumos em outro processo produtivo.

Práticas da Simbiose Industrial com potencial de replicabilidade no Pólo foram selecionadas e analisadas. Instrumentos da legislação federal e estadual foram pesquisados para identificá-los como agentes incentivadores ou restritores, a exemplo das Resoluções CONAMA que tratam de resíduos perigosos, e do decreto Estadual 7.967/2001 que promulga e detalha a Lei da Política Estadual de Administração dos Recursos Ambientais do Estado da Bahia.

Em seguida, análises da estrutura física do Pólo com sua diversidade de indústrias, de casos de simbiose industrial já praticados nesse complexo, e do plano de gerenciamento de resíduos sólidos de algumas empresas, proporcionaram uma visão crítica desse sistema produtivo visando a implantação da Simbiose Industrial entre as empresas da região.

Procurou-se ainda levar a discussão para o meio produtivo através de reuniões com representantes das empresas estudadas, além das instituições acadêmicas e o órgão ambiental do estado.

Finalmente são propostas ações para que a Simbiose Industrial com os resíduos sólidos seja praticada de forma estruturada, com o envolvimento das diversas partes interessadas (órgãos governamentais, instituições privadas, academias e ONG), otimizando assim os ganhos econômicos, sociais e ambientais.

Palavras-chaves: Simbiose Industrial, Ecologia Industrial, Resíduos Sólidos Industriais, Gestão de Resíduos, Sinergia com Subprodutos, Reciclagem de Resíduos.

ABSTRACT

This dissertation introduces a proposal for solid waste minimization based on Industrial Symbiosis practices, in the Petrochemical Industrial District of Camaçari, Bahia, Brazil.

It begins with a discussion about Industrial Ecology, showing some practical tools, among which the Industrial Symbiosis, an optimization of residual mass flow to recycle as raw material or inputs to other processes.

Some industrial symbiosis practices with potential replicability in Camaçari Complex were selected and analyzed. Federal and State laws were identified as restraining or incentivizing instruments, e.g. National Environmental Council (CONAMA) Acts about industrial solid waste, and Bahia State Act #7.969/2001 about Environmental Resources Administration. The physical structure of Camaçari Complex was analyzed considering the diversity of industries. Besides, cases of industrial symbiosis already practiced by local companies and some solid waste management plans allowed a critical view about how this productive system could implant an industrial symbiosis program. This subject was discussed with industry, academic and environmental agency representants.

Finally, some proposals were presented so that industrial symbiosis for solid waste minimization be practiced in a consistent way, including the stakeholders (governmental, private and academic institution, together with Non Governmental Organizations) to obtain the best economic, social and environmental results.

Key words: Industrial Symbiosis, Industrial Ecology, Industrial Solid Waste, Waste Management, By Product Synergy, Waste Recycling

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Áreas de abrangência da Ecologia Industrial	28
Figura 2.2 – Fluxos dos subprodutos em um bio-sistema integrado – Fiji	45
Figura 3.1 – A visão de “Nossa Empresa”	78
Figura 3.2 – Formas de participação dos parceiros em sistemas de Simbiose Industrial	82
Figura 5.1 – Gráfico da geração de resíduos na Caraíba	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Barreiras e oportunidades na implantação da Simbiose Industrial	64
Tabela 3.1 – Principais empresas de Kalundborg	68
Tabela 3.2 – Intercâmbio de massa em Kalundborg	68
Tabela 5.1 – Composição química da escória do cobre	102
Tabela 5.2 – Geração de resíduos no Pólo de Camaçari (mensal)	112
Tabela 5.3 – Perfil das empresas parceiras	113
Tabela 5.4 – Embalagens com potencial de reaproveitamento externo	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUIM	Associação Brasileira das Indústrias Químicas e Produtos Derivados
ACV	Análise do Ciclo de vida
AT&T	American Telephone and Telegraph
CDS/UnB	Centro de Desenvolvimento Sustentável / Universidade de Brasília
CEE	Comunidade Econômica Européia
CEMAN	Central de Manutenção
CEPEL	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica
CETEA	Centro de Tecnologias e Embalagens
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CETREL	Empresa de Proteção Ambiental
CFC	Cloro Flúor Carbono
CMA	Chemical Manufacture Association
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
COFIC	Comitê de Fomento Industrial de Camaçari
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CRA	Centro de Recursos Ambientais do Estado da Bahia
DfE	Design for Environment
DIET	Designing Industrial Ecosystem Tool
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
EI	Ecologia Industrial
EIA	Estudo de Impacto ambiental
FaST	Facility Synergy Tool
FCA	Ferrovia Centro Atlântica
GIS	Geografic Information System
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
INES	Projeto de Ecosystema Industrial (em holandês)
IOA	Input and Output Analysis
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
ISIE	International Society for Industrial Ecology
ISO	International Standardization Organization

LIMPEC	Empresa de Limpeza Pública de Camaçari
MFA	Material Flow Analysis
NAFTA	North America Free Trade Area
NIMBY	Not In My Back yard
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
ONG	Organização Não Governamental
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIS	Programa de Integração Social
PL	Produção Limpa
P+L	Produção mais Limpa
PNQ	Programa Nacional da Qualidade
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
ReaLiTy	Regulatory Economic and Logistic Tool
RLAM	Refinaria Landulfo Alves - Mataripe
SEARA	Sistema Estadual de Administração dos Recursos Ambientais
SETAC	Society for Environmental Technology and Chemistry
SFA	Substance Flow Analysis
SIC CODE	Substance Industrial Control Code
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
TECLIM	Programa de Tecnologias Limpas e Minimização de Resíduos do Estado da Bahia
TEMADRE	Terminal Madre de Deus
TPM	Total Productivity Management
TRI	Toxic Release Inventory
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNEP	United Nation Environmental Program
UNDP	United Nation Development Program
USEPA	United State Environmental Protection Agency
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	16
1.1 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
1.2 METODOLOGIA	20
2 - REFERENCIAL TEÓRICO DA ECOLOGIA INDUSTRIAL	
2.1 HISTÓRICO	24
2.2 DEFINIÇÕES	26
2.3 ÁREAS DE ABRANGÊNCIA	28
2.4 FERRAMENTAS UTILIZADAS	28
2.4.1 Prevenção da Poluição	28
2.4.2 Produção Limpa	29
2.4.3 Produção mais Limpa	31
2.4.4 Projetos para o Meio Ambiente (Design for Environment – DfE)	32
2.4.5 Contabilidade Verde	34
2.4.6 Química Verde	35
2.4.7 Análise do Ciclo de Vida – ACV	38
2.4.8 Atuação Responsável	39
2.4.9 Análise de Fluxo de Massa (ou Substância)/MFA (ou SFA)	40
2.4.10 Simbiose Industrial	43
2.4.11 Eco Parque Industrial	47
2.5 A INTEGRAÇÃO DA SIMBIOSE INDUSTRIAL ÀS ATIVIDADES EM UM ECO PARQUE INDUSTRIAL	51
2.5.1 Vantagens para os parceiros	52
2.5.2 Barreiras a serem trabalhadas pelos parceiros	55
2.6 BANCO DE DADOS USADOS NA SIMBIOSE INDUSTRIAL	58
2.7 ESCOLHA DA SIMBIOSE INDUSTRIAL COMO INSTRUMENTO DE MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	61
2.8 FASES PREVISTAS DURANTE A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE SIMBIOSE INDUSTRIAL	61
2.9 ANÁLISE DOS PARÂMETROS DECISIVOS PARA A IMPLANTAÇÃO DA	

SIMBIOSE INDUSTRIAL	64
3. ESTUDOS DE CASOS DA LITERATURA MUNDIAL	
3.1 KALUNDBORG, DINAMARCA	67
3.2 PORTO DE ROTTERDAM, HOLANDA – INES PROJECT	70
3.3 TRIANGLE J. / CAROLINA DO NORTE, USA	71
3.4 PRIME PROJECT, FILIPINAS	73
3.5 TAMPICO, MÉXICO	74
3.6 ALBERTA, CANADÁ	75
3.7 NORTE DO TEXAS, USA	77
3.8 MONTREAL, CANADÁ	79
3.9 GOLDEN HORSESHOE, CANADÁ	80
3.10 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS ESTUDOS DE CASOS	81
4. INSTRUMENTOS NORMATIVOS QUE FACILITARÃO A IMPLANTAÇÃO DA SIMBIOSE INDUSTRIAL	87
4.1 ANÁLISE CRÍTICA DA RESOLUÇÃO CONAMA 313/2002 E DO TERMO DE REFERÊNCIA DO PGRS EMITIDO PELO CRA	95
5. IMPLANTAÇÃO DA SIMBIOSE INDUSTRIAL NO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAMAÇARI	
5.1 CASO DE SIMBIOSE INDUSTRIAL EM RESÍDUOS SÓLIDOS JÁ PRATICADO NO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAMAÇARI	101
5.1.1 Escória do Cobre	101
5.2 O PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO PÓLO	110
5.3 EMPRESAS PARTICIPANTES DO PROJETO	112
5.4 IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES USANDO O BANCO DE DADOS	113
5.5 ANÁLISE CRÍTICA DO SISTEMA EXISTENTE DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE S. I.	117

6. PROPOSIÇÕES	119
-----------------------	-----

7. CONCLUSÕES	124
----------------------	-----

8. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	130
--	-----

REFERÊNCIAS	131
-------------	-----

APÊNDICES	145
-----------	-----

A - Banco de dados com foco na Simbiose Industrial

B – Formulário de pesquisa do estudo de caso

C – Estudo de caso resumido: Aproveitamento da corrente bruta de sulfato de amônio para a produção de fertilizante

ANEXOS	162
--------	-----

A – Fluxograma do processo de Simbiose Industrial em Triangle J. / Carolina do Norte – EUA

B - Fluxograma do processo de Simbiose Industrial em Kalundborg

C – Termo de referência CRA / Tabela I – Identificação do Gerador

D – Termo de referência CRA / Tabela II – Resíduos Gerados

E – Termo de referência CRA / Tabela III – Plano de Movimentação de Resíduos

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos sólidos industriais tem sido alvo de preocupação em todo o mundo. O grande potencial de contaminação do meio ambiente pelo homem levou a elaboração de acordos internacionais, sendo o mais conhecido na área de resíduos a Convenção da Basileia, emitido em 1989. Esse acordo traça diretrizes para o controle de movimentação transfronteiriças de resíduos sólidos perigosos e sua disposição.

Ao não se resolver os problemas ambientais na sua origem, torna-se difícil a compactuação dos procedimentos e práticas ambientalmente aceitos, com o conceito de desenvolvimento sustentável.

Diante da grande escassez de recursos naturais que se vislumbra para um futuro próximo, é necessário um aprimoramento de técnicas conhecidas como Tecnologias Limpas, além de uma mudança na forma de consumo e comportamento do homem.

Para se evoluir das práticas chamadas de “Fim-de-Tubo”¹, torna-se necessário a formação de redes de intercâmbio técnico entre consumidores, universidades, centros de pesquisas, organizações governamentais e não governamentais e principalmente do próprio setor produtivo, gerador do resíduo.

Como melhoria ao que fazer com o resíduo quando os fatores culturais, técnicos e econômicos não são favoráveis a sua eliminação na fonte, tem surgido em diversos países redes usando o conceito de Ecologia Industrial. A busca de consumidores fora dos limites da empresa ou a troca de informações com outras instituições, mesmo de outro ramo de atividade, tem levado a mudanças nas características desses resíduos, transformando-os em subprodutos e reinserindo-os como matéria prima em outra cadeia produtiva.

A geração de resíduos sólidos perigosos no Brasil é estimada em 3 milhões de t/ano (FURTADO, apud SILVEIRA, 2003). Na Bahia não se tem estatística sobre a sua geração. Recentemente, Fonseca (2003) pesquisou a geração e contabilizou 36.480 t/ano de resíduos perigosos nas empresas localizadas no Pólo Petroquímico de Camaçari – BA. O passivo estocado em pátios internos e em locais de

¹ Fim de tubo (*end-of-pipe*) = Assumir como inevitável a geração de resíduos para depois se buscar um destino ambientalmente seguro.

armazenamento temporário na CETREL² S.A., foi estimado em 60.000 t. Esses continuam aguardando ser incinerados ou sofrer outro tipo de tratamento.

Os resultados alcançados pelas empresas geradoras de resíduos em relação ao seu impacto ambiental, não são os desejados pelas partes interessadas – *stakeholders*. As tecnologias apropriadas e desenvolvidas por empresas multinacionais em seus países de origem, nem sempre são aplicadas de imediato pelas suas filiais em Camaçari, muito menos pelas empresas de capital nacional, usuárias das tecnologias muitas vezes defasadas dessas primeiras. Grande quantidade de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas continua sendo gerado para depois ser tratado e disposto com técnicas “Fim de Tubo”. A antecipação do tempo da vida útil dos valos de resíduos classe III (inertes) da LIMPEC³, dos aterros para resíduos classe II (não inertes) na CETREL e o grande acúmulo de lodo resultante do tratamento biológico do efluente líquido do Pólo são indicadores dessas práticas.

A busca por uma ferramenta que auxilie na gestão ambiental, que além de priorizar o controle na fonte, faça uso do conceito de ecologia industrial abrangendo todo o complexo petroquímico citado e demais setores produtivos, torna-se primordial para a sustentabilidade empresarial e ambiental da região em questão.

O Mestrado profissional tem como premissa a aplicabilidade do conhecimento gerado, quer seja científico ou tecnológico. Desta forma, pretende-se que os conceitos aqui estudados contribuam de forma ativa para a melhoria do setor produtivo baiano. O Pólo de Camaçari é um complexo industrial que abriga empresas nacionais e multinacionais, planejado desde a sua concepção, abriga diversas empresas certificadas pela ISO 14.000, TPM⁴, e empresas ganhadoras de prêmios tais como o PNQ⁵, entre outras.

² CETREL S.A. = Empresa de proteção ambiental iniciou suas atividades em 1978 junto com as empresas do Pólo Petroquímico de Camaçari.

³ LIMPEC = Empresa de Limpeza Pública de Camaçari

⁴ TPM (Total Productivity Management) = Gerenciamento Total da Produção é um modelo de gestão empresarial japonês que busca a otimização dos seus processos (produção, manutenção, atividades administrativas, meio ambiente, saúde e segurança entre outras).

⁵ PNQ = Prêmio Nacional da Qualidade, prêmio concedido anualmente a empresas que se destacam nos seus ramos de atividades e passam por um rigoroso processo de avaliação.

Este trabalho tem o objetivo geral de propor a prática da Simbiose Industrial como uma forma de minimizar os impactos causados pela geração de resíduos sólidos no Pólo Petroquímico de Camaçari.

A Simbiose Industrial busca atribuir valores às correntes de resíduos em função dos componentes presentes, com potencial de reaproveitamento em empresas que possam absorvê-las como matérias-primas ou insumos, inserindo-as novamente em outro ciclo produtivo. Outras características dessa ferramenta serão discutidas no item 2.4.10.

Como objetivos específicos deste trabalho, temos:

- a) Avaliar o uso do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS das empresas do complexo, como documento básico para a elaboração de um banco de dados com informações técnicas para proporcionar a sinergia de comercialização das correntes de resíduos;
- b) Avaliar a divulgação das características dos resíduos sólidos gerados, fomentando um intercâmbio técnico e comercial entre os geradores e potenciais consumidores para a sua minimização e reaproveitamento;
- c) Analisar os instrumentos normativos que facilitam ou dificultam a prática da simbiose industrial;
- d) Propor arranjos institucionais para desenvolver ações entre os diversos segmentos produtivos da região.

1.1 Estrutura da dissertação

No Capítulo 2 apresenta-se um breve retrospecto da Ecologia Industrial, abordando a origem do conceito, sua divulgação pelas diversas instituições praticantes, assim como as ferramentas mais utilizadas nas suas aplicações como, por exemplo, a Prevenção da Poluição, Produção Limpa, Produção mais Limpa, Projeto para o Meio Ambiente, Contabilidade Verde, Química Verde, Análise do Ciclo de Vida, Atuação Responsável, Análise de Fluxo Material, Simbiose Industrial e Ecoparque Industrial.

Comenta-se a integração da Simbiose Industrial nos chamados Ecoparques, com as suas vantagens ambientais e econômicas, e barreiras a serem vencidas pelos parceiros.

Em seguida justifica-se a escolha da Simbiose Industrial como instrumento de minimização dos impactos ambientais, as fases previstas para a sua implantação, e concluindo, uma análise dos principais pontos a serem considerados na implantação de um projeto de Simbiose Industrial.

No Capítulo 3 apresenta-se exemplos envolvendo não somente empresas, mas empresas e municipalidades. Para concentrar o foco no processo produtivo, foram resumidos estudos que tivessem alguma similaridade ou que apresentassem aspectos que pudessem servir de experiência para a realidade do Pólo Petroquímico de Camaçari. Nove casos foram discutidos usando-se uma estrutura padrão de apresentação. Em seguida foi feita uma análise comparativa entre os casos estudados, tendo como foco principal a forma de coordenação de programas de Simbiose Industrial.

No Capítulo 4 são abordadas algumas normas diretivas da União Européia relativas a resíduos, as resoluções do CONAMA 06 que tratam de resíduos perigosos e os instrumentos normativos do estado da Bahia (Decreto Estadual 7.967/2001 que promulga e detalha a Lei 7.799/2001, que trata da Política Estadual de Administração dos Recursos Ambientais) com foco nas suas contribuições para a implantação da Simbiose Industrial.

O Capítulo 5 apresenta um breve histórico do Pólo de Camaçari de forma a situá-lo no contexto regional e nacional. O seu planejamento que data da década de 70, considerou a implantação de centrais de utilidades, matérias-primas, manutenção e tratamento de efluentes. A partir de 1989, com a duplicação da capacidade instalada sujeita a um licenciamento ambiental, que demandou um Estudo de Impacto Ambiental – EIA e a introdução de programas da qualidade, ocorreram sensíveis melhorias nas políticas ambientais das empresas. Em seguida apresenta-se exemplos de Simbiose Industrial já praticados em Camaçari, e uma análise no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS das empresas que participaram deste projeto. Identifica-se ainda oportunidades usando um banco de dados alimentados com o PGRS dessas empresas. Concluindo, apresenta-se uma análise crítica do sistema atual de resíduos do Pólo, visando a implantação de proposta de Simbiose Industrial.

No Capítulo 6 são feitas proposições para a implantação de uma proposta de Simbiose Industrial no Pólo de Camaçari, através da formação de grupos de trabalhos técnico, normativo e de comunicação, para identificar barreiras e sugerir atividades que viabilizem essa prática.

Finalmente apresenta-se as conclusões dessa pesquisa no Capítulo 7 e sugestões para trabalhos futuros no Capítulo 8.

1.2 Metodologia

Apresenta-se a metodologia utilizada na elaboração da pesquisa dando ênfase às reuniões com os representantes das empresas, no sentido de enriquecer as discussões em torno da Simbiose Industrial para os resíduos sólidos.

Três formas de levantamento de dados foram implementadas. A primeira (a) consta de uma revisão bibliográfica sobre o referencial teórico da Ecologia Industrial, incluindo a avaliação dos estudos de casos da literatura; a segunda (b), um levantamento das características do Pólo de Camaçari, para a implantação da Simbiose Industrial, baseado no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS, com o intuito de identificar potenciais intercâmbios entre empresas geradoras e consumidoras; e na terceira e última (c), a realização de reuniões com representantes das empresas do Pólo, onde se discutiram os objetivos, potenciais sinergias existentes entre empresas, barreiras e possíveis soluções para tornar exeqüível a implantação de um intercâmbio (Simbiose Industrial) de subprodutos na região. Essas reuniões ocorreram em eventos convocados com essa finalidade e em encontros formais com profissionais das empresas.

a) Pesquisa bibliográfica sobre o referencial teórico da Ecologia Industrial

Foi realizada uma ampla busca em livros, periódicos especializados, anais de seminários internacionais, trabalhos universitários e internet para identificar documentos técnicos, considerando que o assunto faz parte de uma área nova do conhecimento. Além da participação em associação técnica (*International Society for Industrial Ecology – ISIE*) e lista de discussão em meio eletrônico, foram contatados via e-mail pesquisadores em instituições de

pesquisa internacionais para obtenção de artigos específicos que complementassem o conhecimento desejado.

Esses pesquisadores eram contatados em uma das três formas: Ou através do endereço eletrônico contido em seus artigos, ou através da lista de participantes do seminário onde apresentou trabalho, ou sabendo-se da instituição a qual ele está vinculado, foi acessada a lista de contatos/e-mail disponibilizado em sua *homepage*. De um total aproximado de 40 pesquisadores contatados o percentual de resposta foi na ordem de 80%, bastante satisfatório uma vez que o tema Simbiose Industrial está a cada dia sendo mais pesquisado no meio científico, tecnológico e governamental.

Das diversas ferramentas de aplicação da Ecologia Industrial, direcionou-se a busca para as experiências na implantação de Simbiose Industrial baseada nos conceitos dos Ecoparques, com o objetivo de assimilar as características de cada caso. Essas experiências foram comparadas com a realidade do Pólo de Camaçari. Esse referencial será utilizado para avaliar a utilidade da implantação de um sistema de Simbiose Industrial na região e na minimização do impacto ambiental decorrente dos processos produtivos.

O resultado dessa comparação encontra-se no Capítulo 3 onde analisa-se as diversas iniciativas realizadas em outros países com as possibilidades de implantação no pólo.

b) Levantamento regional para a implantação da Simbiose Industrial baseado no PGRS

Foram selecionadas 15 empresas e para isso valeu-se da experiência profissional do pesquisador adquirido ao longo da sua vida profissional no Pólo Petroquímico de Camaçari. As empresas foram contactadas informando-as sobre o objetivo do projeto.

Das 15 empresas, nove concordaram em participar do projeto fornecendo o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, documento elaborado para atender a legislação ambiental do estado da Bahia e já em poder do Centro de Recursos Ambientais – CRA. Algumas empresas já eram parceiras

do Programa de Tecnologias Limpas e Minimização de Resíduos – TECLIM⁶. Observa-se que as mesmas com a aceitação, praticaram um dos princípios da Produção Limpa – O Princípio do Controle Democrático, ao fornecer seu inventário e geração de resíduos para a formatação de um banco de dados que fosse o mais real possível. A divulgação desse tipo de informação para a comunidade acadêmica ainda é no meio industrial um paradigma a ser mudado, que aos poucos torna-se transponível à medida que o setor produtivo veja essa transparência como uma oportunidade de melhoria nas relações iniciativa privada / academia, podendo levar a uma otimização do seu processo fabril.

Os PGRS foram analisados e inseridos em um banco de dados (Apêndice I). Foram agrupados os resíduos que pudessem ser tratados ou tivessem alguma reutilização semelhante e identificados por códigos (empresas, tipo de resíduos) para melhor manuseio das informações e avaliação quanto ao referencial teórico da Simbiose Industrial. Posteriormente foi feita a análise nos diversos instrumentos legislativos procurando-se aspectos positivos e negativos para a implantação da Simbiose Industrial.

c) Discussão com os parceiros

Foram realizados dois encontros formais com as empresas participantes desse projeto.

O primeiro encontro, realizado no dia 28 de março de 2003 na Braskem – Unidade de Insumos Básicos, teve duração de 2 horas e teve o objetivo de equalizar as informações do projeto quanto ao objetivo, limitações do estudo, expectativas das empresas e sugestões para os próximos encontros. Estiveram presentes professores do Centro de Desenvolvimento Sustentável - CDS, da Universidade de Brasília (3), TECLIM/UFBA (4) e mais 13 representantes de empresas.

No segundo e último encontro, realizado em 04 de dezembro de 2003, estiveram presentes cerca de 25 representantes de empresas do Pólo.

⁶ TECLIM = Rede cooperativa de pesquisa cujo objetivo é inserir o conceito de tecnologias limpas no setor produtivo. Maiores informações acessar www.teclim.ufba.br

Divulgou-se a pesquisa, o conceito de Simbiose Industrial e foram discutidas as proposições sugeridas por este trabalho e a sua implantação no Pólo.

Considera-se que a discussão em encontros com os representantes das empresas é um aprimoramento das relações institucionais e que leva ao enriquecimento da proposta aumentando o potencial de ter as suas proposições implantadas. Além disso, medir-se-á a disposição e o amadurecimento das empresas em participar de um projeto envolvendo um grupo maior de parceiros. Uma das barreiras identificadas e discutidas nesses encontros foi a questão da abertura da informação. Ainda há um receio de que a informação do inventário dos resíduos gerados pelas empresas e suas características, seja usada de forma indesejável por terceiros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo apresenta-se uma breve análise do conceito da Ecologia Industrial, abordando sua origem, sua divulgação pelas diversas instituições praticantes, assim como as ferramentas mais utilizadas para sua aplicação como, por exemplo, a Prevenção da Poluição, Produção Limpa, Produção mais Limpa, Projeto para o Meio Ambiente, Contabilidade Verde, Química Verde, Análise do Ciclo de Vida, Simbiose Industrial, Atuação Responsável, Análise de Fluxo Material e Ecoparque Industrial. Em seguida é feita uma justificativa da escolha da Simbiose Industrial ser usada como instrumento de minimização dos impactos ambientais, suas vantagens obtidas e barreiras a serem vencidas. Concluindo o capítulo, são discutidas experiências da implantação de uma rede de Simbiose Industrial nos chamados “Ecoparques Industriais”⁷ pesquisados.

2.1 Histórico da Ecologia Industrial – EI

O desenvolvimento da Ecologia Industrial é uma tentativa de prover um novo conceito para melhor entender os impactos de sistemas produtivos no meio ambiente. Essa abordagem auxilia na identificação e posteriormente na implementação de estratégias para a minimização de impactos ambientais de produtos e processos, com vistas ao desenvolvimento sustentável⁸.

Os problemas ambientais requerem uma abordagem sistêmica para que as atividades humanas e os processos ecológicos e ambientais possam ser prontamente reconhecidos. Esta abordagem sistêmica deve incluir uma visão holística dos problemas ambientais e procurar torná-los mais fáceis de serem identificados e resolvidos. Fundamental para a Ecologia Industrial é identificar e traçar fluxos de energia e materiais através de vários sistemas.

Ayres (1989, apud GARNER 1995), definiu o conceito de *Metabolismo Industrial* como o “Uso de materiais e energia pela indústria e a maneira como estes materiais fluem pelo sistema industrial, são transformados e então dissipados

⁷ Ecoparque Industrial = Uma comunidade de negócios que cooperam entre si e a municipalidade otimizando o uso dos recursos naturais locais, obtendo ganhos econômicos e qualidade ambiental.

⁸ Desenvolvimento Sustentável – “Desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de futuras gerações atenderem suas próprias necessidades” (Comissão Brundtland – United Nations World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*, New York:Oxford University Press, 1987)

como resíduos”. Traçando-se o fluxo de massa e energia, identifica-se as ineficiências de um processo que resultam em resíduos e em seguida prioriza-se ações para sua redução. No mesmo ano, Frosch e Gallopoulos (1989, apud Garner 1995) desenvolveram o conceito de *Ecosystema Industrial*, que contempla que o resíduo produzido por uma empresa seja usado como matéria prima ou insumo por outra. Nenhum resíduo sairia de um sistema industrial ou impactaria negativamente um sistema natural. Esse conceito levou ao termo *Ecologia Industrial*.

Em 1991, a Academia Nacional de Ciência dos Estados Unidos adotou a ecologia industrial como um campo de estudo. Desde então membros da indústria, academia e governo têm desenvolvido novas ferramentas e aplicado no seu dia a dia.

No início de 1994, Allenby e Richards (1994) publicaram através da Academia Nacional de Engenharia (USA), o trabalho intitulado “The Greening of Industrial Ecosystem”. Esta publicação reuniu as iniciativas e esforços no uso de análise de sistemas para a solução de problemas ambientais. Foram identificadas ferramentas da ecologia industrial como a Análise do Ciclo de Vida, Ecodesign, e Contabilidade Ambiental. Os autores discutiram também as interações entre a ecologia industrial e diversas áreas como direito, economia e políticas públicas. Desde então tem sido tema de pesquisa nas mais diversas instituições como:

- Agência de Proteção Ambiental Americana (USEPA) que conduziu em 1994 um projeto de ecologia industrial (ECO PARK) em parques industriais convencionais orçado em US\$ 300.000.
- Universidades: A Universidade de Cornell⁹ em 1996 inaugurou o Centro de Iniciativas Ambientais e do Trabalho, que tem como um dos objetivos manter um fórum de discussão no desenvolvimento da Ecologia Industrial, site e condução de projetos. A Universidade do Sul da Califórnia¹⁰ mantém o Centro Nacional para o Desenvolvimento da Ecologia Industrial. A Universidade de Yale¹¹ também possui em suas instalações, grupos de estudos e a Associação Internacional para a Ecologia Industrial – ISIE.

⁹ Disponível em: <<http://environmental.cornell.edu>>. Acesso em mai.2002

¹⁰ Disponível em: <<http://www.usc.edu/schools/sppd/research/NCEID/>>. Acesso em mai.2002

¹¹ Disponível em: <<http://yale.edu/isie/>>. Acesso em mai.2002

Dissemina ainda através da sua estrutura acadêmica, cursos e disciplinas de formação de profissionais com essa visão;

- Algumas empresas possuem programas corporativos, a AT&T, por exemplo, distribui anualmente US\$ 500.000 de prêmios em atividades de pesquisa acadêmica com resultados de minimização do impacto ambiental;
- Programas nacionais em alguns países como a China e Filipinas, têm sido desenvolvidos através de parcerias entre órgãos governamentais, instituições de fomento a pesquisa e desenvolvimento econômico (LOWE, 2001).

2.2 Definições de Ecologia Industrial (EI)

O termo ECO, vem do grego *Oikos*, relativo a “casa, morada, lar”; e LOGIA, de *Logos*, o “estudo de”. 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). Em termos gerais, o conceito Ecologia Industrial pode ser entendido como o estudo das interações entre a indústria e os sistemas ecológicos (GARNER et al., 1995).

Não foi encontrada uma definição que aborde de forma satisfatória todos os aspectos pesquisados e praticados na Ecologia Industrial. No entanto a maioria das definições incorpora alguns princípios básicos com diferentes ênfases, como por exemplo:

- Uma visão sistêmica das interações entre sistemas ecológicos naturais e industriais;
- O estudo dos fluxos materiais e de energia com suas transformações;
- Uma abordagem multidisciplinar;
- Uma mudança de visão do processo linear para o processo cíclico;
- O esforço para reduzir os impactos ambientais de sistemas industriais;
- A tentativa de aproximar os sistemas industriais da lógica dos sistemas naturais;
- O estabelecimento de políticas orientadas para o desenvolvimento do sistema industrial (EHRENFELD, 1997).

Segundo MARINHO (2001, p. 107) “A Ecologia Industrial propõe uma visão sistêmica integrada do setor produtivo, e deste com o meio ambiente, como caminho para a otimização do uso dos recursos naturais.”

ERKMAN et al., (2001) apresenta quatro desafios que deveriam ser vencidos na Ecologia Industrial:

- Valorização sistemática dos resíduos e subprodutos

Assim como na cadeia alimentar do ecossistema natural, deve-se prever uma rede de intercâmbio de matéria no sistema industrial, para que os resíduos se tornem fontes de matéria-prima e insumos em outra cadeia produtiva. A reciclagem é somente um dos aspectos que deveria ser abordada na estratégia de recuperação da matéria.

- Minimização das perdas causadas pela dispersão

Produtos como fertilizantes, pesticidas, pneus e solventes são parcial ou inteiramente dispersos no ambiente quando do seu uso. Novos produtos e serviços deveriam ser projetados para minimizar a sua dispersão ou pelo menos eliminar o efeito nocivo da sua presença no meio ambiente.

- Desmaterialização da economia

Minimizar o fluxo material para uma mesma unidade de serviço ou produto. É possível, através do desenvolvimento tecnológico, obter mais serviço de uma quantidade menor de matéria produzindo produtos mais leves ou com um melhor reaproveitamento após o uso. Na contramão deste desafio tem-se o apelo consumista de se aumentar a produção de bens não duráveis aumentando com isso a geração de resíduos. Mas a desmaterialização não é aplicável somente para produtos de consumo, mas também para infra-estruturas de sistemas industriais (edificações, estradas etc).

- Descarbonização da economia

Desde a revolução industrial, o combustível fóssil (carvão, óleo e gás) tem sido o carro chefe da matriz energética dos sistemas industriais. No entanto tem sido também a causa raiz de muitos problemas como o efeito estufa, chuva ácida, smog fotoquímico e derramamento de óleo. O uso de hidrocarbonetos deveria se tornar menos nocivo ao meio ambiente através da redução do seu consumo, tratamento adequado de seus gases de combustão, e incentivo ao uso de energia de fontes renováveis.

2.3 Áreas de abrangência da EI

A Ecologia Industrial permite o desenvolvimento de ações em diferentes níveis de atuação (CHERTOW , 2000), quer sejam elas dentro da empresa, entre empresas ou em escala regional.

A nível interno pode-se citar os programas de Prevenção da Poluição, Produção mais Limpa, Projeto para o Meio Ambiente, Contabilidade Verde, Química Verde, descritas no Item 2.4. Entre empresas, pode-se citar a Análise de Ciclo de Vida, Simbiose Industrial, iniciativas setoriais como o Atuação Responsável, entre outros. E em escala regional, a Análise de Fluxo de Substância e Energia, Planejamento Estratégico Institucional, Plano de Desenvolvimento Regional.

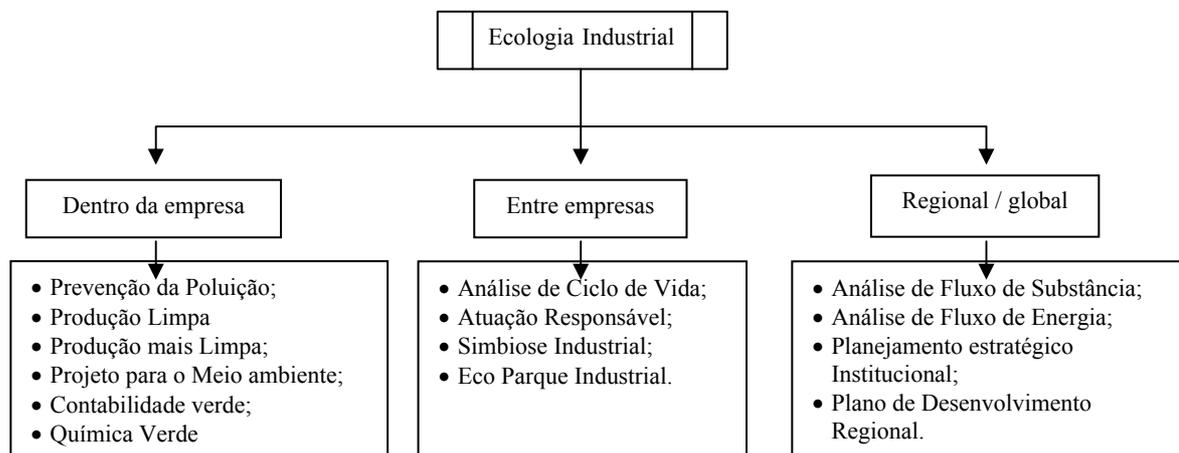


Figura 2.1 – Áreas de abrangência da Ecologia Industrial

Fonte: Adaptado de CHERTOW (2000), e LOWE (2001).

2.4 Ferramentas utilizadas na EI

Algumas ferramentas da Figura 2.1 serão descritas de forma sucinta para melhor compreensão dos seus conceitos.

2.4.1 Prevenção da Poluição

A EPA define Prevenção da Poluição – P2 como a prática, processo, técnica ou tecnologia que vise à redução ou eliminação em volume, concentração e/ou toxicidade dos resíduos na fonte geradora (CETESB, 2002). É uma estratégia de uso de material, processos e gerenciamento que reduz ou elimina a geração de poluentes e resíduos na fonte. Deixa de ser uma simples

troca do meio onde o poluente se encontra para **combater a poluição antes de ela ser gerada.**

A P2 pode ser obtida pela substituição de matéria prima, insumos, mudança de rota tecnológica, eliminação no uso de insumos tóxicos, reformulação de produtos, melhorias nas operações e manutenção, e reciclagem dos resíduos nos processos. A P2 é uma abordagem que pode ser adotada em todos os setores produtivos, desde uma pequena empresa de serviço a um complexo industrial.

Para se estabelecer um programa como esse, há de se obter desde o comprometimento da alta direção da empresa até o dos colaboradores, possuir políticas institucionais declaradas e ter um corpo técnico competente para sua condução (CETESB, 2002).

Os **obstáculos** para implementação de um programa de P2 podem ser classificados em quatro categorias:

resultados intangíveis

- a) **Econômica:** quando a **relação custo benefício** for inicialmente **desfavorável** ou por não darem retorno no prazo esperado ou por não serem tangíveis, fazendo com que o cenário não seja devidamente avaliado;
- b) **Técnica:** dependendo do tamanho da organização e de suas capacidades, a busca a certas **informações** pode ser **limitada**, devendo ser acessadas fontes internas e externas;
- c) **Legislação:** a falta, desconhecimento ou **dificuldade ao acesso da legislação** pode dificultar a definição das ações;
- d) **Institucional:** a **falta de aceitação** e entendimento do programa por parte dos **colaboradores** pode gerar a descontinuidade do mesmo.

Em relação ao item “d”, a principal barreira encontrada é a mudança cultural dos indivíduos, que hesitam em alterar um processo ou método já estabelecido, e em acreditar que realmente o programa trará benefícios além dos econômicos, ambientais, não dando prioridade ao programa.

2.4.2 **Produção Limpa**

No final dos anos 80, o Greenpeace lançou uma campanha para uma mudança mais profunda no comportamento industrial, propondo os critérios

para a Produção Limpa (Clean Production). Abrangendo elementos técnicos, econômicos e incorporando componentes jurídicos, políticos e sociais. Este conceito **representa a visão do sistema global da produção e a aplicação de quatro princípios fundamentais** (GREENPEACE, 2000), que são:

2.4.2.1 Princípio da **Precaução**

É a adoção de uma medida cautelar para a **eliminação ou redução de descarte na natureza**, de materiais gerados pelas atividades humanas, quando houver indícios de que determinado material ou produto apresente potencial para causar danos ao ambiente ou ao homem, independente de confirmação científica; (THORPE, 1999). Tem sido aplicado principalmente por países europeus com relação ao consumo de produtos transgênicos.

Por esse princípio, é o produtor - e não o governo, nem a comunidade - quem deverá assumir a responsabilidade e o ônus da prova de que determinado produto, processo ou material não irá causar danos ao homem e ao ambiente.

2.4.2.2 Princípio da **Prevenção**

O Princípio de Prevenção propõe a **substituição do controle de poluição no “fim de tubo” (*end-of-pipe*) por prevenção da geração dos resíduos na fonte**, e dos conseqüentes impactos ambientais. A *prevenção de resíduos* traz vantagens sobre o modelo *end-of-pipe*, que realimenta o mercado de resíduos perigosos e tóxicos, enquanto o modelo preventivo elimina-os, favorece a reciclagem, a reutilização ou reuso de materiais e a conseqüente economia no processo de produção.

Os objetivos do *Princípio da Prevenção* são:

- Reduzir o consumo de recursos naturais;
- Eliminar ou reduzir as emissões potencialmente poluidoras;
- Criar medidas para reorientação da rota de manufatura para produtos;
- Reorientar a demanda pelos consumidores;
- Estimular padrões de consumo de materiais ambientalmente corretos.

A sua aceitação dependerá de diversos fatores como, por exemplo, a legislação local, mercado consumidor verde, incentivos fiscais e pressão do terceiro setor.

2.4.2.3 Princípio da Integração (Holístico)

É a aplicação dos princípios da precaução e prevenção não somente nas fases de produção, mas também na captação da matéria prima (berço), passando pelo usuário, até o descarte final (túmulo), ou seja é a análise do ciclo de vida do produto ou serviço.

2.4.2.4 Princípio do Controle Democrático

É o direito ao acesso às informações sobre tecnologias, segurança, nível de riscos e danos ao ambiente e à saúde humana. Isso tem sido cada dia mais cobrado das empresas quando a comunidade sente-se ameaçada pela presença destes empreendimentos nas suas vizinhanças.

A indústria considera que a revelação de certas informações afeta suas vantagens competitivas e seu desempenho econômico no mercado. Para as organizações ambientalistas, será importante ver em prática o Relatório Brundtland, aprovado pela Assembléia Geral das Nações Unidas, em 1987, contendo os pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável.

2.4.3 Produção mais Limpa

Em 1989, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (United Nation Environmental Program – UNEP, 2001) introduziu o conceito de Produção mais Limpa – P+L com a seguinte definição:

Produção mais Limpa é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada, aplicada aos processos, produtos e serviços, para aumentar a eco-eficiência¹² e reduzir os riscos para os seres humanos e o ambiente.

Têm sua aplicabilidade tanto a processos de produção (conservação de matéria prima e energia, eliminação de material tóxico e redução da geração

¹² Definido em 1995 pelo Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (www.wbcsd.org) como: Fornecimento de mercadorias e bens de serviços de forma competitiva, que satisfaça as necessidades humanas e agregue qualidade de vida, e ao mesmo tempo reduza os impactos ecológicos e demanda por recursos, através do ciclo de vida, a um nível suportado pela capacidade estimada de fornecimento do planeta.

de efluentes sólidos, líquidos e gasosos), produtos (redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto desde a sua extração até a disposição final) e serviços (incorporação de conceitos ambientais no projeto e na distribuição dos serviços). Há ainda uma resistência à prática da Produção mais Limpa em função do receio a mudanças, da falta de informação sobre a metodologia, a não existência de políticas nacionais que dêem suporte às atividades de pesquisa e barreiras tanto técnicas como econômicas.

Foi criada uma metodologia para a realização de um diagnóstico ambiental, cuja implementação do programa passa pelas etapas de elaboração do balanço de massa (quantificação das correntes de entradas e saídas por etapas do processo), definição de prioridades, balanço detalhado por resíduo priorizado, identificação das técnicas de P+L a serem implantadas, estudo de viabilidade econômica, barreiras a serem vencidas, monitoramento ambiental e econômico, e finalmente a avaliação dos resultados e seus benefícios econômicos, sociais e ambientais (CNTL, 2000).

Os conceitos de PL e P+L, segundo Furtado (apud MARINHO, 2001), apresentam diferenças entre os conceitos evidenciados por padrões absolutos na PL (atóxicos, reciclado ou recicláveis, não poluidor), enquanto que a P+L prevê processos de melhoria contínua crescente para atingir esses objetivos; além disso, o controle democrático é colocado num patamar de maior importância na PL do que na P+L.

Os princípios da prevenção, abordagem integrada e o uso de indicadores ambientais para auxiliar no processo de tomada de decisão, são pontos similares entre esses conceitos. Evidentemente eles não são excludentes, sendo que a PL pretende uma mudança mais brusca na sua implementação, enquanto que a P+L um processo contínuo de melhoria.

2.4.4 Projetos para o Meio Ambiente - Design for Environment/DfE

O Projeto para o Meio Ambiente, também conhecido como *Design for Environment*, é a integração sistemática das considerações ambientais aos projetos de produtos e processos. É uma ferramenta capaz de inserir maior

competitividade e trazer inovações tecnológicas e responsabilidade ambiental às empresas.

O Projeto para o Meio Ambiente, como estratégia de longo prazo, tende a criação de uma estrutura mais sustentável do ponto de vista do produtor e consumidor, através do:

- Incentivo a inovação tecnológica e gerencial;
- Maior competitividade empresarial no atendimento às demandas de mercados emergentes;
- Maior lucratividade com a redução do custo de produção, e aumento da qualidade de seus produtos e serviços;
- Redução do impacto ambiental do seu processo ou produto;
- Visão mais sistêmica do empreendimento e produtos finais.

O Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá (*National Research Council Canada*, 2002) cita as estratégias para a implantação de um programa adaptando-as a cada segmento específico:

- Estratégia 1 = Desenvolvimento de novos conceitos quanto a função do produto e análise do seu uso, desde a fase de manufatura ao atendimento às necessidades do usuário. Tem como principais alternativas à desmaterialização com a venda de serviço em vez de produto, e uso compartilhado de equipamentos.
- Estratégia 2 = Otimização física do produto levando a criação de funções integradas (TV e vídeo cassete num único equipamento), otimização da função do produto, aumento da confiabilidade e durabilidade, facilidades na manutenção e reparo, criação de um produto com estrutura modular (câmeras fotográficas que intercambiam lentes, filtros, flash; cartuchos de impressoras) e mantendo o usuário cativo ao produto.
- Estratégia 3 = Otimização do uso material através do uso de substâncias “mais limpas” com características menos danosa ao homem e ao meio ambiente (substitutos ao CFC, halon), materiais de fontes renováveis (madeira de floresta manejadas), material de baixo consumo energético, materiais reciclado e reciclável (embalagem de um só composto) e uso racional de material.

- Estratégia 4 = Otimização das técnicas de produção buscando uma Produção mais Limpa, exemplificada pela diminuição das etapas de produção, menor consumo de energia, minimização da geração de resíduos e o menor uso de insumos de processo. Além disso, a adoção de sistemas certificáveis (ISO 14000, TPM) invariavelmente levam a minimização dos riscos à saúde do homem e ao meio ambiente.
- Estratégia 5 = Otimização do sistema de distribuição garantindo que o transporte entre o produtor, o distribuidor e o usuário final seja o mais eficiente possível. As principais medidas adotadas são a minimização ou o reuso de material de embalagem, modal de transporte mais eficiente em termos energéticos e ambientais, e logística eficiente (Kanban, Just-in-time).
- Estratégia 6 = Redução do impacto ambiental na fase de uso pelo consumidor. Muitos produtos são mais impactantes durante o seu uso do que na sua manufatura. Exemplos de medidas são: Reduzir o consumo energético e insumos, maximizar o uso de fontes mais limpa de energia, e trabalhar na redução do desperdício.
- Estratégia 7 = Otimização do sistema de descarte, como por exemplo o reuso do vasilhame usado para o armazenamento do produto (troca dos tambores metálicos de 200 L por iso-tanques de 1.000 L), projeto de desmontagem do produto após uso com reaproveitamento de partes específicas, remanufatura do produto (programa de reciclagem de máquinas fotocopadoras da Xerox), reciclagem de material e incineração em instalação regulamentada.

2.4.5 Contabilidade Verde

Tem como objetivo fornecer aos usuários internos e externos informações sobre eventos ambientais que causem modificações na situação patrimonial da empresa, bem como sua identificação, medição e evidência (SANTOS et al., 2002).

As Obrigações Ambientais podem ser definidas como os passivos ambientais contraídos de forma voluntária ou não, em ações de controle, preservação e recuperação do meio ambiente e são exemplificadas por:

- Empréstimos em instituições financeiras para investimento na gestão ambiental;
- Despesas na compra de equipamentos e insumos para a prevenção e o controle ambiental;
- Multas decorrentes da infração ambiental;
- Remuneração de mão de obra especializada em gestão ambiental;
- Indenizações ambientais a terceiros;
- Aumento do capital com destinação exclusiva para investimentos em meio ambiente;
- Destinação de parte dos resultados (lucros) em programas ambientais.

Há uma tendência de se classificar os custos ambientais (que formarão as obrigações ambientais) em Custos Internos (privados) e Custos Externos (sociais). Os Custos Internos são aqueles tradicionalmente contabilizados ao longo do processo produtivo e que servem de base para a determinação do preço final dos produtos. Exemplo: a matéria prima usada, os insumos consumidos, mão de obra, depreciação dos equipamentos, destinação dos resíduos etc. Os Custos Externos são os gerados pelo impacto da atividade da empresa no meio ambiente e na sociedade, pelos quais as empresas não têm se responsabilizado financeiramente. Exemplo: Custos com tratamento de doenças ocasionadas pela poluição do ar, com o aumento do consumo de produtos químicos na estação de tratamento de água devido a contaminação do rio etc. (SANTOS et al., 2002).

2.4.6 Química Verde

Em virtude de grandes catástrofes envolvendo produtos químicos, a preocupação que era quanto a segurança nos locais de trabalho, passou a extrapolar os limites da fábrica. As emanações de produtos para a atmosfera assim como a geração e destinação de resíduos do processo industrial, forçaram as empresas químicas a adotarem programas que incluíssem

conceitos de desenvolvimento sustentável em suas estratégias empresariais. Um desses conceitos é a Química Verde, ou também como é conhecida Química Sustentável, Química Benigna ou Química mais Segura, e tem sido difundida com o intuito de

[...] desenvolver produtos, processos e serviços de modo sustentável para melhorar a qualidade de vida, o ambiente natural e a competitividade industrial. (Green Chemistry Network, Universidade de York, Reino Unido)¹³

[...] maximizar a eficiência dos recursos através da conservação de energia e de recursos não renováveis, minimização dos riscos, [...] dos resíduos em todos os estágios do ciclo de vida do produto [...] (Organização para o Desenvolvimento e Cooperação Econômica – OECD)¹⁴

Qualquer que seja a versão que mais esclareça os objetivos da Química Verde estará incluindo os conceitos de:

- Minimização de resíduos e decomposição de produtos em substâncias não tóxicas e benignas ao meio ambiente;
- Rotas de sínteses alternativas, principalmente catálise, em vez de reações estequiométricas;
- Economia atômica – quantos átomos de reagentes são incorporados ao produto final, em relação aos presentes nos insumos;
- Bioenergia;
- Biossíntese;

Para um melhor entendimento, Anastas e Werner (1998) consolidaram os 12 princípios da Química Verde, que são:

- Prevenção
É melhor prevenir a formação de resíduos que tratar após a sua geração;
- Economia de átomos
Maximizar a incorporação ao produto final de todos os materiais usados no processo;
- Sínteses químicas menos perigosas

¹³ Disponível em: <<http://www.chemsoc.org/network/gcn/>>. Acesso em mai.2002

Usar e gerar substâncias que possuam baixas ou nenhuma toxicidade para a saúde humana e o meio ambiente;

- Substâncias químicas mais seguras
Produtos químicos atuando com a função desejada minimizando efeitos secundários tóxicos;
- Solventes e auxiliares mais seguros
Sínteses usando o mínimo de solventes e inócuos quando possível;
- Eficiência energética
Maximizar o uso da temperatura e pressão ambiente, minimizando seus impactos ambientais e econômicos;
- Suprimentos renováveis
Usar matérias-primas e insumos de forma a não comprometer as gerações futuras;
- Rota de produção mais curta
Minimizar processos físicos e químicos secundários, consumindo menos reagentes e reduzindo desperdícios;
- Síntese catalítica
Usar reagentes catalíticos seletivos em vez de reagentes estequiométricos;
- Produtos degradáveis
Otimizar a decomposição em produtos degradáveis mesmo que inócuos e não persistentes ao meio ambiente após o seu uso;
- Análise em tempo real para a prevenção da poluição
Utilizar métodos analíticos para detecção em tempo real, monitoração, controle e otimização de processo, minimização da formação de substâncias perigosas;
- Química inerentemente mais segura para a prevenção de acidentes
Adequar o uso e manuseio das substâncias para minimizar o potencial de acidentes químicos (vazamentos, incêndios e explosões).

Estes princípios podem e devem motivar a química em todos os níveis: pesquisa, prática de redução de desperdícios, educação, políticas nacionais e

¹⁴ Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/16/25/29361016.pdf>. Acesso em: mai.2002

internacionais e a percepção do público. Em um mundo globalizado, a rede de informações, a troca de experiências, a divulgação de práticas de sucesso e o estabelecimento de referências serão os motivadores da prática da Química Verde.

2.4.7 Análise do Ciclo de Vida - ACV

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta de avaliação do impacto ambiental associado a um produto ou processo. Compreende etapas que vão desde a retirada de matérias-primas (berço) à disposição do produto final após uso (túmulo). Inclui as fases de extração, processamento da matéria-prima, transporte, distribuição, uso, reuso, manutenção, reciclagem e disposição final. Permite uma visão abrangente dos impactos provocados, identificação das medidas mais adequadas do ponto de vista ambiental e econômico, constituindo-se assim uma técnica de gerenciamento ambiental e de desenvolvimento sustentável (CHEHEBE, 1998; JENSEN, 1997; GRAEDEL, 1998 apud LIMA, 2001).

Ultrapassando os limites da fábrica ou do serviço, esta ferramenta proporciona uma melhor compreensão dos produtos, processos ou atividades, e seus reflexos sobre o meio ambiente. Através dela, identifica-se o impacto causado em cada fase do seu ciclo de vida e atualmente vem sendo usada nos países da Europa e Estados Unidos. No Brasil iniciou-se com um estudo realizado pela Mercedes-Benz do Brasil LTDA e o Centro de Tecnologia de Embalagem – CETEA/ITAL. Essas instituições desenvolveram entre 96 e 97, um projeto de comparação entre almofadas de bancos de carro confeccionada a partir de fibra de coco e a outra confeccionada de espuma de poliuretano (LIMA, 2001).

Alguns autores consideram que o primeiro estudo de ACV realizado foi realizado pela Coca-cola 1969 (CHEHEBE, 1998, HOOF, 2000 e JENSEN, 1997 apud LIMA, 2001), com o objetivo de analisar os diferentes tipos de embalagens para refrigerantes e qual apresentava menores índices de emissões.

A Sociedade para a Química e Toxicologia Ambiental (*Society for Environmental Toxicology and Chemistry – SETAC*) é uma das instituições

que mais tem contribuído para a elaboração e divulgação de uma metodologia de ACV. Muitos conceitos adotados pela SETAC, foram também adotados pela Organização Internacional de Padronização (*International Organization for Standardization – ISO*) CHEHEBE, 1998; HOOFF, 2000 apud LIMA, 2001). Atualmente a ACV é tema de uma das normas da série 14.000 (INTERNATIONAL STANDARDIZATION FOR ORGANIZATION - ISO 1997, 1998, 2000a, 2000b) porém ainda não auditável, ou seja, faz parte das normas somente para orientação não sendo obrigatório ainda o seu cumprimento.

2.4.8 Atuação Responsável

O Atuação Responsável (*Responsible Care*) é uma iniciativa da indústria química mundial, destinada a demonstrar seu comprometimento voluntário na melhoria de seu desempenho em saúde, segurança e proteção ambiental.

Esta iniciativa teve início no vale do Sárnia, Canadá e foi amplamente difundido pela Associação dos Produtores de Químicos dos Estados Unidos – CMA. O *Responsible Care* chegou ao Brasil e foi amplamente divulgado e adotado como Atuação Responsável¹⁵ pela Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados – ABIQUIM, que coordena a implantação nas suas associadas. Está estruturado em cinco elementos:

- Princípios diretivos;
São linhas mestras de ação que devem ser contempladas em todos os níveis da empresa;
- Código de práticas gerenciais;
Tem o objetivo de estabelecer padrões que devem ser atingidos no gerenciamento dos aspectos relacionados à saúde ocupacional, segurança e meio ambiente, associados aos produtos e atividades da indústria química, de modo que sejam cumpridos os Princípios Diretivos do Processo Atuação Responsável. O Código é dividido em seis pilares:
 - Segurança de Processos;
 - Saúde e Segurança do Trabalhador;

¹⁵ “Atuação Responsável” é uma marca registrada da ABIQUIM, sendo seu uso limitado às empresas que aderiram ao seu processo de melhoria contínua.

- Transporte e Distribuição;
- Proteção Ambiental;
- Diálogo com a Comunidade e Preparação e Atendimento a Emergências;
- Gerenciamento do Produto.
- Comissão de lideranças executivas;
É o comprometimento da mais alta cúpula da empresa que deve transmitir aos demais níveis hierárquicos através das suas lideranças, do incentivo e do acompanhamento das atividades, a importância do processo.
- Conselho comunitário consultivo;
É o grupo representativo das partes interessadas, comunidade vizinhas, municipalidade, associações de classes etc., que dialogará com a empresa discutindo os aspectos e impactos do seu processo produtivo.
- Auto-avaliação de desempenho
É a sistemática dentro do processo que visa definir os detalhes para sua efetivação. Cada empresa deve ter o seu próprio planejamento, verificando seu gerenciamento atual perante as Práticas dos Códigos. Sua auto-análise deve ser comunicada periodicamente para a ABIQUIM para acompanhamento regional e nacional.

2.4.9 Análise de Fluxo de Massa (ou Substância)/MFA ou SFA

Uma outra ferramenta importante associada à Ecologia Industrial é a Análise de Fluxo de Massa ou Substância. Esse modelo (MFA ou SFA¹⁶) é baseado na análise de entradas e saídas (Input-Output Analysis – IOA) desenvolvido por Leontief (BOUMAN et al., 1999), para a aplicação na economia, e posteriormente aplicado na área ambiental por diversos pesquisadores, onde tem como princípio o balanço de massa. Modelos estáticos são usados para identificar a origem dos problemas ambientais e estimar o impacto de certas modificações devido aos fluxos econômicos desses materiais. Modelos

¹⁶ MFA = Mass Flow Analysis e SFA = Substance Flow Analysis

dinâmicos são usados para simular a geração de resíduos e emissões futuras.

A Análise de Fluxo de Massa é usado para estudar os fluxos de materiais entre países, para um país específico, setores industriais ou sistemas que ocupam uma larga extensão territorial. Já a Análise de Fluxo de Substância é usada para identificar problemas de poluição específicos e identificar formas de preveni-los.

Uma referência de aplicação de MFA é o trabalho intitulado “O Peso das Nações – Fluxo de Material em Economia Industrial” (*Weight of Nations – Material Flow in Industrial Economies*) onde documenta o fluxo material de nações industrializadas (Áustria, Alemanha, Japão, Holanda e Estados Unidos) e fomenta indicadores de massa versus indicadores financeiros, mostrando a tendência da desmaterialização da economia (MATTHEWS et al., 2000). Outros como a movimentação do cobre na economia europeia, foram estudados por Graedel et al. (2002), Spatari et al. (2002), Bertram et al. (2002) e Rechberger e Graedel (2002); e o fluxo de clorofluorcarbonos na Áustria por Obernosterer e Brunner (1997).

A aplicação típica de uma Análise de Fluxo de Substância - SFA é demandada pela vertente ambiental. A necessidade de controle de poluentes tem demandado estudos mais específicos com essa ferramenta, como por exemplo, o controle do chumbo pós-uso nos Estados Unidos (SOCOLOW & THOMAS, 1997). Seu uso continua na fabricação de baterias e o processo de reciclagem do chumbo tem sido fortemente induzido atingindo o índice de 95%.

Outra aplicação dessa ferramenta foi usada para o Arsênico (REJESKI, 1998). Estudos revelaram uma situação mais delicada nesse mesmo país. A mudança no uso dessa substância fez com que apesar das proibições pela USEPA no uso como dissecantes e pesticidas, seu consumo permanecesse constante nos últimos 30 anos em 20 mil t/ano. A aplicação mudou dos campos e das lavouras para a indústria da madeira prensada, que usa um conservante a base de cromo-cobre-arsênico (CCA). Essa aplicação representa o consumo de 90% do arsênico produzido no mundo e os Estados Unidos são responsáveis por 66% desse consumo. A grande preocupação é

com o efeito tóxico que esse produto vai representar quando do seu descarte após uso. Sem uma estratégia de recolhimento ou reciclagem desse material, seguramente o mesmo terminará nos aterros domésticos, sendo lixiviado por efluentes ácidos contaminando o lençol freático ou sendo incinerados em instalações não qualificadas.

Outros estudos identificaram, para surpresa dos pesquisadores, alto teor de prata na água, sedimentos e tecidos dos peixes e mamíferos marinhos na baía de São Francisco. Uma Análise de Fluxo de Substância foi realizado por pesquisadores da Universidade da Califórnia em Los Angeles – UCLA e identificou que 50% do fluxo de prata na economia americana (2 mil t/ano) estava sendo mobilizada pelos consultórios de dentistas e laboratórios fotográficos, sendo drenados através das soluções de fixação de sais de prata (REJESKI, 1998).

A aplicação de ferramentas como essa tem direcionado crítica às políticas ambientais americanas que nos últimos 25 anos tem atuado em políticas de emissão e não em políticas para o produto. Isso está influenciando na discussão dos novos direcionamentos do Inventário de Resíduos Tóxicos (*Toxic Release Inventory – TRI*¹⁷), considerado por muitos como a estratégia de maior sucesso da EPA baseada no direito a informação (*Right to Know Act*, 1986). Na Fase 1 desse programa, as empresas reportavam anualmente seu inventário de emissões (Output) para o ambiente; na Fase 2 a quantidade adquirida (Input). Isso levava a casos onde uma empresa reportava que emitia 4 kg de arsênico e incorporava ao seu produto (madeira tratada) 150 t dessa substância, sem que se soubesse que destino esse material teria quando ofertado ao mercado. Espera-se que na Fase 3 essa obrigação de reportar leve em consideração todas as formas de saída das substâncias tóxicas manuseadas num empreendimento (REJESKI, 1998).

¹⁷ TRI = programa governamental americano que pode ser acessado via internet (www.rtk.org)

2.4.10 Simbiose Industrial - SI¹⁸

Ferramenta emergente da Ecologia Industrial que estuda os fluxos de matéria e energia numa economia local, regional e global, onde tradicionalmente as instituições trabalhavam de forma isolada, e onde a abordagem coletiva, a colaboração e possibilidades sinérgicas oferecidas pelas proximidades geográficas entre essas instituições levaram a vantagens competitivas.

A expressão “Simbiose” vem da natureza onde dois ou mais seres de espécies diferentes convivem de forma que a soma de esforços coletivos supera a soma dos esforços individuais. Este tipo de relacionamento promove uma interação social entre os participantes que podem se estender à vizinhança de maneira benéfica.

A Simbiose Industrial aborda predominantemente as atividades industriais e comerciais que incluem o intercâmbio de matéria como sua principal característica, em detrimento do desenvolvimento econômico, planejamento ambiental, atendimento das necessidades das comunidades vizinhas ou uso adequado da terra. A união dessas outras abordagens leva a implantação do chamado Parque Eco-Industrial, a ser melhor descrito no Item 2.4.11.

O conceito implícito de Simbiose Industrial é a metáfora de um ecossistema industrial que imita um ecossistema natural, discutido no Capítulo 2, Sub-ítem 2.1, onde Frosch & Gallopoulos apud Garner (1995) definiram um ecossistema industrial como um sistema onde “ [...] o consumo de energia e materiais é otimizado e os efluentes de um processo serve como matéria prima para outro [...]” . Ela é citada na literatura como a evolução de um sistema regional de mais alta diversidade e complexidade de circulação de matéria, otimizando o uso dos recursos naturais e minimizando a geração de subprodutos.

Iniciando suas atividades em 1963, Kalundborg, na Dinamarca, tem sido o exemplo (GERTLER, 1997; CHERTOW, 2000) de implantação de um sistema de intercâmbio de matéria e energia, entre empresas em uma mesma localidade. Schwarz e Steininger (1997) apresentam uma rede de reciclagem industrial mais complexa e de maior complexidade do que Kalundborg, em

¹⁸ Iniciativas semelhantes receberam o nome de By-Product Synergy (BPS) e Green Twinning

uma região da Áustria chamada Styria. KORHONEN (2000) apresenta o exemplo da cidade de Jyvaskyla, Finlândia, como o de uma rede de suprimento de energia organizada a partir de uma usina de cogeração de energia elétrica e vapor. Assim como Kalundborg e Styria, esse sistema desenvolveu-se por razões econômicas e regulatórias, e não por projetos rotulados de ecologia industrial ou simbiose industrial. Kalundborg pode ser considerada um pouco diferente das demais por ter entre suas parceiras a municipalidade de Kalundborg e de certa forma soube capitalizar os benefícios de uma ação coordenada.

Outro exemplo envolvendo comunidade é citado por Bequette (1997), Kane (1997) e Klee (1999) apud Chertow (2000) como o das Ilhas Fiji – Monfort Boys Town – Integrated Biosystem. Esse projeto teve o apoio da universidade das Nações Unidas com o objetivo de reaproveitar os resíduos de uma cervejaria que eram destinados ao mar, destruindo os recifes de corais das proximidades.

Conforme mostrado na Figura 2.2, o subproduto da cervejaria é usado como substrato para o desenvolvimento de cogumelos; posteriormente são usados como alimentos de alto valor nutritivo para a criação de porcos. Os subprodutos orgânicos gerados pelos porcos são processados em um biodigestor anaeróbico, que geram além de gases para queima, um subproduto rico em nutrientes que alimentam tanto a criação de algas como peixes. Estes geram uma corrente rica em nutrientes para a adubação de solo para a agricultura. Este tipo de projeto que envolve tanto a indústria como a agricultura é conhecida como um “biosistema integrado” (CHERTOW, 2000).

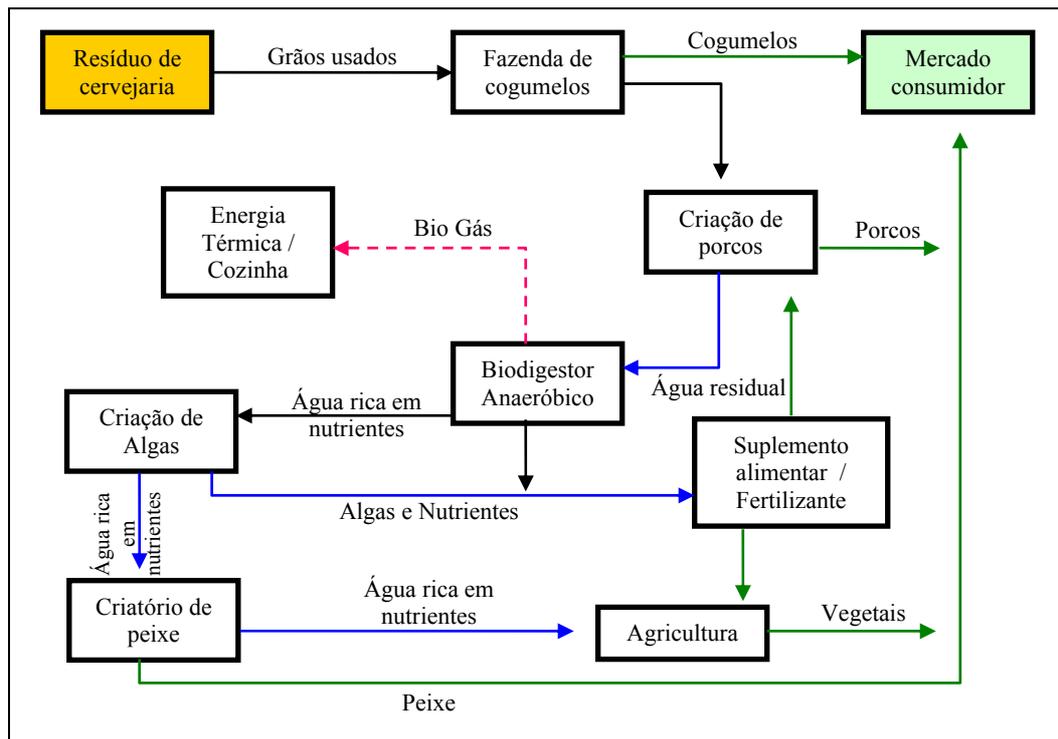


Figura 2.2 : Fluxos dos subprodutos em um bio-sistema integrado – Fiji
Fonte: Chertow (2000).

Hardy (2000) analisa também os pontos positivos e negativos da integração de biosistemas especificamente a plantação de cogumelos (*Integrated Biosystem: Mushrooming Possibilities*), Abuyuan (1999) analisa as interações entre empresas de celulose, siderurgia, cimenteira com um arranjo produtivo agrícola (*Waste Equal Foods: Developing a Sustainable Agriculture Support Cluster¹⁹ for a Proposed Resource Recovery Park in Puerto Rico*) e Becker (1997) sugere as atividades necessárias para se implantar um sistema de Simbiose Industrial a partir de uma termoelétrica e uma indústria de celulose (*AES – Thames and Stone Container Corporation: The Montville Eco-Industrial System*).

O Pólo de Camaçari tem características para ser abordado como um biosistema integrado uma vez que possui empresas de celulose, cervejarias, fábrica de fertilizantes e tem em praticamente todas as empresas geração de resíduos de podas de árvores, aparas de grama e restos de alimentos. Todo esse material é coletado e enviado para um mesmo destino (aterro sanitário da LIMPEC), o que poderia favorecer a sua recuperação.

¹⁹ Cluster = Arranjo produtivo

Está em andamento um projeto de classificação do lixo doméstico do município de Camaçari, com o objetivo de desenvolver a recuperação de material orgânico para a fabricação de fertilizante através da compostagem. Os refeitórios das indústrias podem ser fonte potenciais de material para esse tipo de atividade. A interação das atividades industriais assim como as urbanas foram pesquisadas por Drummond (1998) quando analisa a eficácia da Simbiose Industrial para o reaproveitamento de resíduos de comida, envolvendo restaurantes, padarias, supermercados, hotéis entre outros (*Efficacy of Industrial Symbiosis for Food Residues in the Greater New Haven Area*). Alexander (2001) analisa não só os aspectos ambientais, mas também os aspectos econômicos, sociais e de qualidade de vida para a população envolvida (*Food Cycling within New Haven, Connecticut: Creating Opportunities for economic, Civic and Environmental Progress Through Industrial Symbiosis*). Bennett (1998) analisa o projeto de integração usando o conceito de simbiose industrial em um pólo industrial localizado nas Filipinas (*Clark Special Economic Zone: finding Linkages in na Existing Industrial Estate*), e Johnson (1999) analisa a interação entre cinco empresas com possibilidades de cenários futuros (*Wallington, Connecticut Eco-Industrial Park: A Question of Scale*). O potencial de envolvimento da comunidade e academia em projetos dessa natureza tem se tornado atraente do ponto de vista social através de melhorias das condições de vida da população, que agrega valor ao material antes descartado no lixo.

Os projetos de biodiesel²⁰ em discussão atualmente, tem diversas fontes de matéria prima. Uma delas é o óleo comestível usado em cozinhas industriais. Nesse aspecto, o Pólo de Camaçari torna-se um potencial fornecedor desse subproduto que hoje, salvo raras iniciativas de segregação interna, vai todo para o sistema de efluente líquido a ser tratado na Cetrel.

Nesta dissertação, a análise dos estudos de casos foi direcionada para aqueles que tivessem similaridade com as características do Pólo de Camaçari.

²⁰ Biodiesel: Projetos incentivados pelo governo federal através das suas agências de fomento à pesquisa para a produção em escala de diesel usando como matéria prima sementes vegetais (dendê, mamona, girassol, babaçu etc.)

A prática da Simbiose Industrial está normalmente estruturada em um sistema maior denominado de Eco Parque Industrial – EPI. Por esse motivo em determinados momentos, as ferramentas da ecologia industrial (Simbiose Industrial e EPI) confundem-se. Portanto o conceito de Eco Parque Industrial será comentado para em seguida ser feita uma análise de alguns casos selecionados.

2.4.11 Eco Parque Industrial

O interesse em repetir o modelo de Kalundborg nos Estados Unidos, começou no início da década de 90 através dos trabalhos de Engberg (1993 apud Chertow, 2000) e logo depois por Gertler e Ehrenfeld (1995). Nesse período (94) o Conselho Presidencial para o Desenvolvimento Sustentável²¹ iniciou um projeto de Eco Parque Industrial associado ao conceito de Simbiose Industrial. A partir dessa data surgiram inúmeras outras iniciativas como Chattanooga, Tennessee; Baltimore, Maryland; Brownsville, Texas; e Cape Charles, Virgínia (CHERTOW, 2000).

Na prática, os Eco Parques ainda estão se consolidando. Duas definições de Eco Parque são freqüentemente citadas:

Uma comunidade de negócios que cooperam entre si e com a comunidade em seu entorno, para o uso eficiente de seus recursos (materiais, água, energia, informações, infra-estrutura e natural habitat), levando a ganhos econômicos, qualidade ambiental, melhorias tanto para o homem, a instituição e comunidade local. (CONSELHO PRESIDENCIAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1997, apud CHERTOW, 2000).

Uma comunidade de serviços e manufatura em busca de melhorias em suas performances ambientais e econômicas, através da colaboração no gerenciamento ambiental incluindo energia, água e materiais. Trabalhando de forma integrada, a comunidade de negócios busca benefícios coletivos, que são atingidos de forma mais eficientes do que se fossem feitos de forma individual (LOWE, 2001).

Um Eco Parque Industrial deve ser caracterizado por um conjunto de ações e não somente por:

- Uma simples rede de troca de subprodutos;
- Um arranjo produtivo de negócios de reciclagem;
- Um pólo de empresas de tecnologias ambientais;
- Um pólo de empresas de produtos verdes;
- Um parque industrial projetado em torno de um único tema ambiental (energia solar, por exemplo);
- Um parque com infra-estrutura ambientalmente correta;
- Um parque multi-propósito (industrial, comercial e residencial).

Portanto o tema meio ambiente nem sempre será a única referência que definirá se um distrito industrial é ou não um eco-parque. O Parque de Tecnologia Sustentável de Cape Charles, por exemplo, projetou o uso comum de energia solar para o primeiro prédio de escritórios, um sistema de reciclagem para a água, contenção e reuso da água de chuva, no entanto não há um sistema de intercâmbio de subprodutos, o que poderá ser efetivado posteriormente (CHERTOW, 2000). Um eco-parque não possui uma única forma ou padrão, e dependerá da velocidade de implantação, capital para investimentos disponíveis, perfil dos empreendimentos, além dos aspectos sócios culturais da região onde está instalado.

Apesar das interferências destas variáveis, a Universidade de Yale após examinar 18 potenciais Eco Parques Industriais dividiu-os em 5 modelos para terem suas performances avaliadas quanto ao intercâmbio de materiais (CHERTOW, 2000):

Tipo 1 - Intercâmbio Externo de Resíduos: Caracteriza-se pela reciclagem, doação ou venda de material segregado através de um intermediário. Exemplos típicos são as doações de vidro para instituições filantrópicas e papel e plásticos para cooperativas de catadores; a venda de sucata metálica para reaproveitamento ou reprocessamento em siderúrgicas. Este tipo é visto como uma oportunidade muito mais para terceiros do que para a instituição geradora e a escala de negócios normalmente é local. Envolve um apelo muito mais ambiental do que econômico e é considerada uma ação fim de

²¹ The President's Council on Sustainable Development (PCSD) foi criado em junho de 1993 President Clinton com o objetivo de desenvolver políticas e estratégias econômicas, ambientais e sociais. Disponível em <http://clinton2.nara.gov/PCSD/Overview/index.html>

tubo, caracterizado pelos programas de reciclagem de plásticos, papel, papelão e sucata metálica entre outros.

Tipo 2 - Intercâmbio Interno de Resíduos: Caracteriza-se pela reciclagem interna dos subprodutos dentro da unidade ou em outras empresas pertencentes à própria organização. Ganhos significativos podem ser obtidos quando for considerado o completo ciclo de vida do produto, processo ou serviço, incluindo atividades a montante da manufatura, como compra e projeto.

Um exemplo de aplicação do Tipo 2 ocorre na Universidade de Yale (CAMPBELL, 2002), onde foi criado um sistema de informações com a demanda e descarte de equipamentos eletrônicos (computadores), para que os computadores obsoletos para uma atividade possam ser úteis para uma outra menos exigente.

Tipo 3 – Entre Firms Instaladas em Pólos Industriais: Essas empresas localizadas dentro de um polígono delimitado fisicamente, intercambiam desde subprodutos, a água e energia, e podem fazer uso de informações compartilhadas e serviços de vigilância patrimonial, transporte e marketing. Os grandes complexos industriais têm de alguma forma otimizadas ações em comuns e no Pólo Petroquímico de Camaçari não é difícil observarmos ações deste tipo no transporte dos seus funcionários, na distribuição de energia e utilidades às empresas, entre outras.

Tipo 4 – Entre Firms não Limitadas Fisicamente: Este tipo de intercâmbio considera a simbiose entre firms já existentes na região e no potencial de cada uma no atendimento às demandas recíprocas. Kalundborg é considerado o exemplo de Eco Parque Tipo 4, pois tem a cada ano identificado novos parceiros que possam ser os consumidores dos seus subprodutos gerados.

Tipo 5 – Entre Firms Organizadas Virtualmente (sem fronteiras): Permite que os benefícios da simbiose industrial sejam expandidos para a economia

regional, no qual o potencial para a identificação de trocas de subprodutos aumenta em virtude do número de empresas que podem ser associadas. Outra vantagem é a adesão de pequenas empresas que podem ser atendidas por transporte rodoviário. Três ecoparques foram identificados nessa categoria: Brownsville, no Texas, cujo projeto financiado pelo Conselho Presidencial para o Desenvolvimento Sustentável foi considerado o estado da arte em ecoparques virtuais. Abrange a região de Brownsville e Matamoros, no México. O Projeto de Triangle J., na Carolina do Norte (KINCAID, 2001), teve o financiamento da USEPA e envolve 182 empresas espalhadas em 6 municípios, além do suporte de 4 universidades da região.

Há diversas formas de integrar a questão ambiental a um projeto de Eco Parque Industrial (LOWE, 2001), por exemplo:

- Integração ao ecossistema natural, adaptando o empreendimento às características geológica e hidrológica além de minimizar sua contribuição ao impacto ambiental global através da emissão de gases de efeito estufa;
- Otimizações energéticas, maximizando a eficiência energética do empreendimento através da cogeração, aproveitamento interno do calor residual de correntes intermediárias ou entre unidades produtivas, uso de fontes de energia renováveis;
- Gerenciamento do fluxo material, enfatizando os conceitos de prevenção da poluição, principalmente banindo as substâncias tóxicas; maximizando o reuso e a reciclagem de subprodutos entre empresas parceiras (Simbiose Industrial), reduzindo o risco de manuseio de substâncias tóxicas e inflamáveis pela substituição de materiais e integração do sistema de tratamento de resíduos; desenvolvendo o intercâmbio de subprodutos entre os diversos empreendimentos da região criando assim uma rede de consumidores virtuais;
- Gerenciamento dos efluentes, projetando o consumo e reuso de correntes líquidas com estratégias semelhantes ao descrito para energia e materiais;

- Gerenciamento do Eco Parque, incentivando a fixação de potenciais empresas que possam consumir os subprodutos gerados; suporte à performance ambiental das empresas; operação de um sistema de comunicação comunitário com o objetivo de divulgar as ações coletivas e manter o padrão de performance ambiental para o conjunto das empresas;
- Integração com a Comunidade, buscando os benefícios sociais e econômicos para a região, através de treinamento e programas educacionais, desenvolvimento de atividades comunitárias e planejamento urbano.

2.5 A Integração da Simbiose Industrial às atividades em um Eco Parque Industrial - As experiências de Martin (1996) e Lowe (2001).

Algumas experiências analisadas de implantação de Eco Parques Industriais foram diagnosticadas e serão comentadas com focos nos aspectos referentes a redes de intercâmbio de subprodutos.

A ações de planejamento passam necessariamente pelas análises econômicas, técnicas, ambientais e de regulações.

Na análise econômica, o crucial é determinar o potencial de benefícios econômicos que os participantes terão para que sejam alocados os recursos humanos e materiais necessários. Na análise técnica, há a necessidade de se identificar as tecnologias disponíveis e a sua adequação aos parâmetros ambientais desejados. O constante aumento das restrições ambientais fomenta o aprimoramento de inovações tecnológicas e gerenciais. Já algumas regulamentações ambientais e fiscais, dificultam a prática do intercâmbio de subprodutos ao exigir o mesmo tipo de procedimento que os resíduos, no que diz respeito aos processos burocráticos de licenciamento para transporte e destinação; além da incidência de impostos e taxas como se fossem matérias-primas.

Alguns fatores são decisivos como, por exemplo, (i) a disposição da comunidade em trabalhar projetos coletivos através do compartilhamento das informações e o seu envolvimento na busca de soluções que priorizem o conjunto; (ii) o perfil econômico da região e a localização das empresas; e por fim, (iii) a consciência

política e ambiental dos participantes levando à flexibilidade na legislação ambiental e fiscal.

Além disso, torna-se imprescindível a criação de um fórum de discussão reunindo empresas, governo, academia e outras instituições interessadas, que capitalizem as atividades, incluindo:

- Identificação contínua e exploração das sinergias entre os diversos segmentos produtivos;
- Redução na emissão dos gases de efeito estufa através de melhoria da eficiência energética;
- Remoção de barreiras para facilitar a implementação de ações de sinergia. Essas barreiras podem ser fiscais, normativas, financeiras ou tecnológicas, com claro envolvimento de instituições de apoio a micros e pequenas empresas;
- Continuidade e manutenção da aproximação entre as instituições através de seminários e encontros regulares com o objetivo de fomentar novos parceiros.

2.5.1 Vantagens para os parceiros

Para as empresas o resultado contribuirá para o desenvolvimento sustentável através da:

- Redução do custo de produção devido ao aumento no faturamento com subprodutos e diminuição na disposição dos resíduos;
- Identificação de necessidades e estabelecimento de prioridades para a pesquisa científica e tecnológica;
- Identificação de oportunidades em eficiência energética;
- Início de análises econômicas das sinergias;
- Encorajamento em manter um forte relacionamento entre as diversas instituições parceiras (empresas, academias, governo, ONG);
- Produção de bens a partir de subprodutos leva a uma melhoria de sua imagem no mercado.

As organizações governamentais podem usar o processo de Simbiose Industrial como uma ferramenta para satisfazer diversos interesses, como:

- A expansão da base de impostos, aumentando a receita tributária, comparando-se um resíduo que teria como destino final a incineração e agora vai ser reaproveitado como matéria prima em outro processo. Isso gerará mais impostos como o ICMS, IPI, PIS, CONFINS;
- A adesão voluntária de empresas a programas de minimização de impactos ambientais. Antes de se transformar em leis coercitivas, em muitos países há campanhas para torná-las práticas voluntárias antes da sua entrada em vigor, diminuindo assim seu índice de rejeição e descumprimento pelas instituições envolvidas;
- Expansão das oportunidades locais com a oferta de novos postos de trabalhos;
- Melhoria da qualidade ambiental, através da redução de poluentes para o meio ambiente;
- Uso de incentivos fiscais para promover a sinergia;
- Programas de financiamento para projetos ambientais;
- Apoio e reconhecimento às iniciativas de desenvolvimento sustentável;
- Fomento a atração de novos negócios para correntes existentes;
- Melhoria no planejamento estratégico para o desenvolvimento da região com atração de segmentos produtivos e de serviços que complementem as necessidades locais;
- Uma rede de Simbiose Industrial torna-se um excelente fórum de melhoria contínua através do intercâmbio de subprodutos, divulgação de casos de sucessos e resolução de problemas ambientais. Vem ao encontro da otimização de programas ambientais, ao mudar a destinação final de subprodutos de aterros ou incineradores (fim de tubo) para reaproveitamento externo;
- Revisão conjunta de instrumentos normativos, com as agências normativas mudando o foco do controle de contaminantes nas emissões externas (emissões atmosféricas, efluentes líquidos e resíduos sólidos), para iniciativas baseadas na performance ambiental,

e licenciamento por área física (complexo industrial) e não mais por pessoa jurídica.

As instituições acadêmicas podem realizar atividades de pesquisas científicas ou tecnológicas nos processos e adequação dos subprodutos, além de:

- Identificar projetos de Simbiose Industrial como um meio de agregar valor ao conhecimento;
- Envolver novos parceiros em potencial;
- Iniciar novas linhas de pesquisas que se mostrarem prioritárias;
- Prospecção de novas fontes de recursos financeiros para futuros projetos;
- Abertura de novos cursos de formação profissional.

Com isso espera-se atender a uma demanda da sociedade no tocante a:

- Resposta a pressões sociais para melhoria da performance ambiental;
- Demonstração de liderança empresarial para o desenvolvimento sustentável;
- Atendimento ao relatório sócio ambiental das instituições privadas;
- Benefícios indiretos para os fornecedores e consumidores quanto a preocupação com a análise do ciclo de vida do produto;
- Elaboração de índices de sustentabilidade empresarial;
- Melhoria no ambiente de trabalho com uma maior segurança laboral e satisfação pessoal;
- Desenvolvimento das relações com empresas, academias, órgãos ambientais e instituições financeiras;
- Identificação e criação de novas empresas que possam dar continuidade ao aproveitamento dos subprodutos gerados na região (decompositores finais);
- Melhoria da qualidade ambiental da comunidade além da promoção do desenvolvimento econômico e revitalização da economia regional;
- Promoção de um intercâmbio de oportunidades com empresas de fora da região;

- Soluções ambientais inovativas com a minimização dos impactos nos ecossistemas através do melhor uso dos recursos naturais.

2.5.2 Barreiras a serem trabalhadas pelos parceiros

Para a implantação de uma rede de Simbiose Industrial, há de se vencer barreiras, que depois de identificadas precisam ser revistas para o aprimoramento das práticas desejadas em áreas como:

a) Legislação

- A responsabilidade no reuso de subprodutos deve ser compartilhada entre o produtor e consumidor, no entanto até que ponto, por exemplo, o produtor de garrafas plásticas deve se sentir responsável pelo que é feito após o uso pelo consumidor? Ou qual a responsabilidade do fabricante de lâmpadas de vapor de mercúrio durante e após a desmontagem dos seus componentes por empresa recicladora? São questões que precisam ser ainda amadurecidas pelos diversos segmentos envolvidos.
- Os custos de licenciamento, autorização para transporte e destinação de subprodutos podem onerar a tal ponto que desestimule o seu intercâmbio; relatórios redundantes e ineficientes aliados a falta de análise dos órgãos ambientais leva ao descrédito daquela atividade pelo gerador, que é potencializado quando a quantidade de subprodutos é pequena;
- A classificação do material gerado como subproduto adota os conceitos para a destinação como resíduos, excluindo a consideração de re-uso;
- A disposição e acesso atuais às informações ambientais, matéria prima e insumos consumidos, além da geração de subprodutos por empresas, restringe a interatividade entre as empresas geradoras, potenciais consumidores e instituições terceiras que poderiam fomentar esse intercâmbio;
- A falta de diretrizes básicas que flexibilizem e priorizem o intercâmbio em vez da destinação final em aterros e incineradores, prejudica os resultados finais nos balanços ambientais na maioria das empresas.

b) Economia e Negócios

- Culturas corporativas vigentes que fazem com que as empresas sejam vistas apenas como produtores / consumidores, e não como parceiros;
- A centralização na área de negócios da empresa leva a não considerar soluções potenciais de reaproveitamento do subproduto, nem fomentar o seu desenvolvimento por parceiros da região;
- O custo financeiro leva a prioridades de investimentos com menor tempo de retorno;
- O custo de disposição de subprodutos em aterros industriais ainda é bastante baixo, o que leva ao seu não reaproveitamento como insumo ou na forma de energia;
- A falta de ferramentas de contabilidade ambiental leva a não internalização dos impactos ambientais causados pelo produto pós-uso, e com isso o baixíssimo interesse em reciclá-lo, vide exemplo das embalagens em geral;
- A ganância de lucrar mais em pouco tempo inviabiliza atividades de pouco ganho em muito tempo, com melhores resultados ambientais;
- Recursos naturais (água e energia) e matérias primas a preços inferiores ao material reciclado devido a subsídios e tributação acumulativa;
- Aspectos sócios culturais da região não adequados à atividade de recuperação de subprodutos. Na Índia tem-se um relato de experiência mal sucedida quando dimensionaram uma unidade recicladora de papel baseado em índices de geração *per capita* de uma sociedade ocidental, quando na verdade deveria ter sido realizado uma pesquisa com a comunidade local.
- A falta de instalações e procedimentos adequados para o manuseio de subprodutos, principalmente os recicláveis pelas cooperativas de catadores de plásticos, papel e papelão leva ao não reaproveitamento pelas empresas geradoras;
- A incerteza da taxa de retorno do investimento em projetos de Simbiose Industrial;

- A falta de financiamento para cobrir custos na etapa de diagnóstico, visitas às empresas, caracterização dos subprodutos, dificulta o aprofundamento do potencial de intercâmbio;
 - A distância entre parceiros eleva o custo do transporte;
 - Inexistência de um modal de transporte que facilite o intercâmbio entre o gerador e potenciais consumidores.
- c) Percepção pública
- O uso de subproduto como matéria prima ou insumo leva a impressão de que o produto final será de qualidade inferior a um produto que use matéria prima virgem;
 - Repulsa dos consumidores em não aceitar o reaproveitamento de subprodutos industriais em setores primários como na agricultura. A reinserção de determinados subprodutos na base da cadeia produtiva deve ser devidamente analisada para evitar contaminações de magnitude como o 'mal da vaca louca'.
- d) Técnicas e gerenciais
- Falta de parcerias entre empresas e instituições de pesquisa para o desenvolvimento de novas tecnologias de processos e equipamentos;
 - Ausência de profissionais qualificados nas instituições parceiras (empresas, academias, órgãos governamentais, ONG);
 - Ausência de visão sistêmica para coordenar atividades de fechamento do ciclo produtivo de forma regional;
 - A falta de visão dos funcionários das empresas, que tenham a função de minimizar os impactos ambientais através do reuso externo dos seus subprodutos;
 - A não valoração da atividade de medição do custo benefício do gerador / consumidor, ao valor social e ambiental para a comunidade, levando à maximização do fluxo mássico para aterros industriais;
 - A falta do envolvimento da diretoria das empresas geradoras em projetos de ganhos coletivos;

- Processos tecnologicamente defasados com baixos índices de ecoeficiência.

Muitos exemplos promissores de Simbiose Industrial tem sido identificados. Nos Estados Unidos, no ano de 2000, foram identificadas mais de 40 comunidades planejando, implementando ou praticando a Simbiose Industrial. No Canadá, outras 40 foram identificadas como potenciais (COTE e COHEN-ROSENTHAL, 1998). Além desses, França e Japão (COTE e COHEN-ROSENTHAL, 1998), Áustria (SCHWARZ e STEININGER, 1997), Alemanha (SCHON e KUNZE, 1999), Índia, Austrália e China (DEPPE, 2000) têm casos registrados de Simbiose Industrial nos chamados Eco Parques Industriais – EIP, em operação ou em estágios avançados de implantação.

Nas Filipinas, um projeto de Simbiose Industrial para subprodutos foi expandido para outros cinco distritos industriais (FRIO, 1998). Na Índia, cresce o interesse pelo assunto e projetos pilotos estão em ampla discussão pública. Na Malásia, o Banco de Desenvolvimento Asiático tem aportado recursos para a elaboração de um manual de implantação de Eco Parque Industrial (LOWE, 2001).

Na China é crescente a necessidade de melhoria no desempenho ambiental, com o planejamento de casos de Simbiose Industrial em (CHEN et al, 2001):

- Zaozhuang, com empresas de amônia, cimento e geradora de energia a base de carvão;
- Quzhou, com plantas químicas baseadas na soda cloro, fluoroquímica e do carvão;
- Nanhai, tem como foco a implantação de empresas de proteção ambiental como fabricante de equipamentos de tratamento de água, de gases de combustão (denitrificação, desulfurização), de monitoramento, plásticos biodegradáveis, refrigerante ecológicos, educação ambiental etc.

2.6 Bancos de dados usados na Simbiose Industrial

Bancos de dados informatizados têm sido desenvolvidos para auxiliar no gerenciamento de informações e facilitar a identificação de potenciais sinergias entre geradores e consumidores.

Chertow (2000) comenta alguns deles, como o desenvolvido para a USEPA, o **FaST** (*Facility Synergy Tool*) que armazena informações de entrada e saída de dados, com especificações de subprodutos e permite cruzar dados entre os geradores e potenciais consumidores. O **DIET** (*Designing Industrial Ecosystem Tool*) possui um modelo de programação linear que permite a otimização econômica e ambiental, além do **REaLiTy** (*Regulatory, Economic and Logistics Tool*).

Além desses, a universidade de Yale produziu um software chamado de **MatchMaker** (BROWN, 1997) que procura padronizar a nomenclatura e códigos, similar ao sistema usado em Triangle J. (KINCAID, 1997) que usava um sistema padrão de classificação industrial dos subprodutos (*SIC Code*). O sistema desenvolvido em Triangle J. permitia também localizar pela web usando o sistema GIS (*Geographic Information System*), as empresas geradoras e potenciais consumidores, disponibilizando as diversas rotas (rodoviário e ferroviário) possíveis entre os parceiros para prever o custo do transporte.

A elaboração de um banco de dados de subprodutos com a quantidade, frequência de geração, classificação, principais componentes que possam viabilizar ou não o seu reaproveitamento em outra empresa, torna-se fundamental para a prática da Simbiose Industrial (KINCAID, 1997).

Em pesquisas realizadas internacionalmente, foram identificados alguns programas cujo objetivo é a prática de Simbiose Industrial com resíduos sólidos. Espanha, Chile, Peru, Canadá, Estados Unidos entre outros, tem projetos onde além de subprodutos disponibilizados, publicam também listas de subprodutos procurados. No projeto PRIME (FRIO, 1998) foi criado um banco de dados virtual envolvendo cinco distritos industriais filipinos, onde qualquer interessado acessa livremente via homepage, os subprodutos com as quantidades disponíveis.

No Brasil, há iniciativas como estas nas chamadas bolsas de resíduos, na sua maioria instalada nas federações das indústrias estaduais, como por exemplo, as dos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Pará, Amazonas. Essas

instituições relutam em aumentar a qualidade dos seus serviços, restringindo-se a simples divulgação das informações coletadas com as empresas geradoras, por receio de que os resíduos sejam manipulados ou tenham um tratamento inadequado e lhes sejam cobradas a co-responsabilidade pelo destino dos mesmos. As informações de eficiência desses sistemas, bolsas de resíduos, não são conhecidas dificultando assim a sua disseminação e atração de novos parceiros potenciais.

Outra necessidade identificada foi a padronização não somente da descrição dos resíduos como de usar um mesmo código que aglutinasse-os em famílias. Em Triangle J., Carolina do Norte/USA, foi usado um código de 4 números (ABCD). Os dois primeiros referem-se ao processo (químico, alimentício, mineral, comercial etc) e os dois últimos ao tipo ramo da atividade, por exemplo;

2834 = 28 – Processo químico;

34 – Indústria farmacêutica

E em seguida a listagem dos subprodutos gerados no ramo em ordem alfabética.

Na Europa existe a lista de referência de resíduos do Conselho Diretivo da Comunidade Econômica Européia (2002), que usam 6 algarismos. Os dois primeiros algarismos referem-se ao segmento produtivo, os dois seguintes a ramos derivados do segmento e os dois últimos ao tipo de resíduos propriamente dito, por exemplo:

07 05 03 = 07 – Resíduo de processo químico orgânico;

05 – Gerado em indústria farmacêutica;

03 – Solvente orgânico halogenado.

Essa norma tem o objetivo de classificar os resíduos perigosos para que o tratamento de manuseio e destinação seja único entre os países que formam a União Européia. Assemelha-se com a NBR-10.004 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987).

Os bancos de dados pesquisados contêm um número mínimo de informações para funcionar como uma “vitrine” onde potenciais interessados possam verificar o que os geradores disponibilizam para reaproveitamento externo. A responsabilidade pela venda, manuseio, transporte, fins a que se destinam são exclusivamente do gerador com o consumidor. Assim funcionam todas as “bolsas

de resíduos” no mundo, inclusive as sediadas no sistema das federações das indústrias, no Brasil.

Com eficácia desconhecida e eficiência não comprovada devido ao não acompanhamento em termos comerciais e técnicos, esse modelo – bolsa de resíduo, acaba desacreditado e não cumprindo seus objetivos.

2.7 Escolha da Simbiose Industrial como instrumento de minimização dos impactos ambientais

O conceito de Ecologia Industrial é bastante amplo, como visto no Item 2.2 e as suas diversas formas de implantação demandam um longo caminho a ser percorrido, principalmente em um processo produtivo já existente e do porte do aqui pretendido – Pólo Petroquímico de Camaçari. Diversas atividades encontram-se em andamento nas empresas do complexo e em todas elas ações consideradas Intra-Firmas (CHERTOW, 2000). Considerações foram feitas para tornar esta pesquisa exequível do ponto de vista temporal e que despertasse o interesse de algumas empresas quanto a efetiva continuidade. Um trabalho de discussão conceitual da Simbiose Industrial já havia sido realizado (MARINHO, 2001). A fonte de informação (dados reais) disponível foi preponderante para a escolha do tema “resíduos sólidos” uma vez que em janeiro de 2002 através de um termo de referência do Centro de Recursos Ambientais - CRA, órgão ambiental do Estado da Bahia, todas as empresas do Pólo Petroquímico tiveram que padronizar suas informações através da elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, conforme exigido no Art. 138 do Regulamento da Lei Estadual nº 7.799, de 07/02/2001, aprovado pelo Decreto Estadual nº 7.967, de 05/06/2001. Com isso, surgiu a oportunidade de aplicar o conceito de Ecologia Industrial através de uma análise Inter-Firmas, considerando o potencial de intercâmbio dos rejeitos industriais, como fonte de matéria prima e insumos para outros processos produtivos em empresas da região.

2.8 Fases previstas durante a implantação de um sistema de Simbiose Industrial

Martin et al. (1996) cita as diversas fases que passam as empresas até atingirem a prática total da Simbiose Industrial, são elas:

Fase 1 – Práticas “Fim de Tubo”

Caracteriza-se pela postura reativa das empresas face aos resíduos gerados, onde a preocupação se dá somente na hora da sua destinação. É fruto de uma visão onde predominam os processos de fluxo linear, entendimento de recursos naturais infinitos e impactos ambientais não reconhecidos pelo segmento produtivo.

Fase 2 – Prevenção da Poluição

As empresas passam a se preocupar com os resíduos gerados, quer seja pela força da legislação ambiental, quer seja por iniciativa empresarial para atender padrões de qualidade ou de desempenho ambiental. Inicia-se uma busca de conhecimento interno para identificar as fontes geradoras dos resíduos assim como soluções para a sua não geração através da inovação tecnológica ou de gestão empresarial. A exigência do mercado consumidor globalizado e a necessidade de se adaptar às novas posturas ambientais, levaram às instituições a reverem seus procedimentos e métodos de trabalho. A busca da eficácia deu lugar à eficiência e à transformação integral da matéria prima em produtos é fator de sobrevivência empresarial devido a redução da margem de lucro por produto manufaturado.

Fase 3 – Prevenção da Poluição em sinergia com a Simbiose Industrial

Muitas soluções de eliminação ou minimização da geração de resíduos são técnica ou economicamente inviáveis, dentro de parâmetros de valoração hoje praticados. Isso gera a necessidade de reuso ou reciclagem desses resíduos fora do seu processo fabril. A Simbiose Industrial pressupõe que o processo gerador se articule para especificar o subproduto para dar condições de reaproveitamento pelo consumidor, não simplesmente disponibilize um resíduo para outro segmento produtivo. Quanto mais diversificado for, maior será o grau de variância para as possibilidades de intercâmbio de subprodutos. Essa é a tendência natural de que após a exaustão de ações de prevenção na fonte, passa-se a buscar soluções fora da fábrica. Normalmente ocorre através de iniciativas individuais adotadas

por empresas líderes, ou então por terceiros intermediando as transações comerciais.

Fase 4 – Adesão de novos membros para a Simbiose Industrial

Após a divulgação do conceito de Simbiose Industrial e o resultado alcançado pelas empresas que a praticam, surge a necessidade de se organizar e desenvolver parcerias com a adesão de novos membros, que por si só não teriam condições técnicas nem econômicas para se incluir nesse processo. Inicialmente essa busca de parceiros restringe-se a uma região limitada fisicamente (centros industriais) e pode ser liderada por uma associação empresarial ou mesmo por empresas individuais. As oportunidades econômicas para os novos membros dependerão do nível de interação (troca de informações) que as mesmas possam ter. Essa fase é caracterizada como a de replicar os conhecimentos e práticas adquiridas com outras empresas.

Fase 5 – Atração de novos empreendimentos para o parque industrial

Além dos benefícios econômicos, sociais e ambientais obtidos pelas empresas existentes, outras oportunidades de reaproveitamento podem ser desenvolvidas com a atração de novos empreendimentos (produtos e serviços). Para esse cenário, é importante a participação de órgãos governamentais de fomento e incentivo à implantação de empreendimentos na região.

Nem todas as empresas de um parque industrial trabalharão numa mesma velocidade de intercâmbio de seus produtos. Essa abordagem de fases na implantação da Simbiose Industrial em um centro industrial envolvendo diversos parceiros é a mesma que é observada dentro de uma empresa, quando da elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS. Em uma mesma empresa identifica-se ações que vão desde o intercâmbio de subprodutos, até a superação de dificuldade de se destinar resíduos em aterro industrial. A comparação de práticas de simbiose entre parques industriais ecológicos não é simples. Diversos indicadores podem ser adotados para se definir a fase em que se encontra, como por exemplo:

- A quantidade anual intercambiada;

- O percentual de subprodutos comercializados em relação ao produzido;
- O número de parceiros envolvidos;
- O tipo de destinação dada aos subprodutos;
- A confiabilidade nas negociações realizadas, entre outros.

2.9 Análise dos parâmetros decisivos para a implantação da Simbiose Industrial

O conceito de ecologia industrial é por demais amplo, permitindo o desenvolvimento de ações internas, entre empresas e até mesmo de forma regional. Os programas ambientais na sua quase totalidade limitam as ações dentro da empresa com a destinação adequada dos resíduos gerados, e quando muito com ações de Prevenção da Poluição / Produção Limpa. A prática da Simbiose Industrial entre empresas é dificultada pela precária circulação de informações. Há necessidade de se elaborar um banco de dados e que seja gerenciado por especialistas, que possibilite identificar o potencial de sinergia entre elas.

Dentro de uma estrutura maior existem os chamados Ecoparque Industriais, onde além da prática da Simbiose Industrial, uma comunidade de negócios coopera entre si, incluindo a municipalidade, para o uso de forma eficiente dos recursos naturais, infra-estrutura, serviços, levando a ganhos econômicos, ambientais e sociais. Dentro do modelo sugerido por Chertow (2000), foram identificados para o Pólo de Camaçari exemplos que caracterizam os quatro primeiros tipos por ela definidos no Item 2.4.11. Um deles será comentado no Capítulo 5.

Nos Itens 2.5.1 e 2.5.2 comentou-se as barreiras e oportunidades que serão resumidas e dispostas de acordo com as partes interessadas na tabela 2.1 e comentadas logo a seguir.

Tabela 2.1 Barreiras e oportunidades na implantação da Simbiose Industrial.

	Barreiras	Oportunidades
Global	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalações e procedimentos inadequados para a recepção e manuseio dos subprodutos (cooperativas); ▪ Alto custo financeiro; ▪ Receio no uso de subprodutos substituindo matéria prima virgem; ▪ Alto custo do transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projetos cooperativos; ▪ Menos resíduos descartados no meio ambiente; ▪ Diversidade de segmento produtivo e de serviços, como é o caso de Camaçari; ▪ Possibilidade de fechamento do ciclo produtivo de forma regional.

Empresas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Concorrência com os recursos humanos e materiais; ▪ Ausência de tecnologia disponível; ▪ Receio na divulgação da informação; ▪ Não adesão voluntária a programa de minimização dos impactos ambientais; ▪ Cultura corporativa “produtor x consumidor” e não “parcerias”. ▪ Responsabilidade sócio-ambiental incipiente não prioriza projetos de ganhos coletivos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Redução do custo de produção; ▪ Criação de um fórum de discussão no assunto; ▪ Melhoria da imagem no mercado;
ONG / Academia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de parceria com as empresas e governo; ▪ Ausência de recursos humanos especializados no assunto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenvolvimento de tecnologia local; ▪ Novas linhas de pesquisas; ▪ Ganho de conhecimento para a formação de alunos (graduação e pós); ▪ Abertura de novos cursos.
Governo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Equiparação entre resíduo e subproduto (procedimento e taxas); ▪ Revisão conjunta de instrumentos normativos; ▪ Custo processual de obtenção de licenças e autorizações; ▪ Restrição ao acesso às informações ambientais 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expansão da base de impostos; ▪ Atração de novas empresas para a região.

Fonte: Martin (1996) e Lowe (2001), elaborado pelo autor

2.9.1 Identificação das Barreiras

As instituições governamentais poderiam padronizar os documentos, taxas e pagamentos necessários às licenças e autorizações do transporte de resíduos e subprodutos (municipais, estaduais e federal). Além disso, o amplo acesso às informações ambientais de posse dos órgãos ambientais, resguardando o sigilo industrial quando for o caso, agilizaria mais a pesquisa de reaproveitamento de subprodutos.

As ONG e academia teriam que formar seus colaboradores para participar ativamente desse intercâmbio e realizar parcerias com as empresas e órgãos do governo.

Caberia às empresas uma postura mais pró-ativa na divulgação de suas informações como, por exemplo, divulgando seus indicadores ambientais em relatórios institucionais e homepage, a adesão voluntária a programas de prevenção da poluição e na prática de responsabilidade social priorizando os projetos de ganhos coletivos.

Outras barreiras que precisam ser vencidas são os segmentos de transportes (rodoviário, ferroviário ou aquaviário) devido ao seu alto custo, e o

desenvolvimento de cooperativas com instalações e procedimentos adequados ao manuseio de subprodutos.

A sociedade também precisa reconhecer as vantagens da substituição de matéria prima virgem por subprodutos assim como o seu receio, sem fundamento, de que haverá perda da qualidade do produto final.

2.9.2 Identificação de oportunidades

Nesses estudos de casos salienta-se como a principal oportunidade para o governo, a expansão da base tributária com o reaproveitamento mássico dos subprodutos, podem gerar novos empregos e atratividade de novas empresas para a região.

Para a academia, o incremento na pesquisa com desenvolvimento de tecnologia local, leva a um aumento na capacitação docente com ganhos na formação acadêmica tanto na graduação, com na pós-graduação.

Para as empresas, a redução no custo de produção virá em virtude de não gerar despesas de destinação do resíduo e também do aumento na receita com a venda do subproduto, sem contar com a melhoria da sua imagem no mercado com o aumento na sua ecoeficiência.

Há ganhos imensuráveis para a sociedade ao interagir o setor produtivo, academia e instituições governamentais em projetos cooperativos, quando descarta-se menos resíduos para o meio ambiente e a possibilidade de aumentar o grau de fechamento do ciclo produtivo regional.

Para um maior aprofundamentos dos estudos de casos, no capítulo seguinte serão abordados exemplos que ilustram a implantação de sistemas de Simbiose Industrial em regiões semelhantes ao Pólo Petroquímico de Camaçari.

3. ESTUDOS DE CASOS DE SIMBIOSE INDUSTRIAL NA LITERATURA MUNDIAL

O Capítulo anterior apresentou uma síntese dos parâmetros necessários para a implantação de uma rede de Simbiose Industrial, seus benefícios e barreiras encontradas nos diversos casos registrados. Estudos de casos envolvendo não somente empresas, mas empresas e municipalidades foram mencionadas. No entanto, para concentrarmos o foco no processo produtivo, foram selecionados alguns casos que tivessem similaridade ou que apresentassem aspectos que pudessem servir de experiência para a realidade do Pólo Petroquímico de Camaçari.

Neste Capítulo nove estudos de casos são detalhados. Para tanto, foi criada uma estrutura de apresentação padronizada. Em seguida foi feita uma análise comparativa entre os estudos de casos e tendo como foco principal a forma de coordenação do programa de Simbiose Industrial.

3.1 Kalundborg – Dinamarca (GERTLER, 1995; CHERTOW, 2000)

3.1.1 Características Gerais

Kalundborg é o exemplo de Simbiose Industrial mais comentado na literatura técnica. Distrito localizado a 135 km de Copenhague, capital da Dinamarca. O marco inicial da atividade de simbiose ocorreu em 1972 com o reaproveitamento de corrente de gás de uma refinaria como gás combustível em uma fábrica de placas de gesso, e a participação da comunidade nas decisões empresariais quando da duplicação da refinaria local, o que demandou maior consumo dos recursos naturais e impactos ambientais. Hoje as seis principais empresas que formam esse processo de intercâmbio de subprodutos são:

Tabela 3.1 – Principais empresas de Kalundborg

Empresa	Tipo	Produção	
Asnaes	Geradora de energia	1.500 MW	Maior geradora de energia elétrica da Dinamarca
Statoil	Refinaria de petróleo	Processamento de 4,8 milhões t/ano petróleo	Maior processadora de petróleo
Gyproc	Placas de gesso	14 milhões de m ² /ano	
Novo Nordisk	Biotecnologia	40% da insulina mundial	
A-S Bioteknisk Jordrens	Remediação de solo		
Kalundborg	Município	20.000 habitantes	

Fonte: Lowe (2001)

A cada ano há a adesão espontânea de novos parceiros, onde a negociação ocorre entre as empresas envolvidas, não necessariamente faz parte de um plano de ação com objetivos definidos.

A estimativa de intercâmbio de materiais em Kalundborg é de 2,9 milhões de t/ano, segundo demonstrado na Tabela 3.2

Tabela 3.2 – Intercâmbio de massa em Kalundborg

Material	De	Para	Início	Qtde (t/ano)
Gás comb. (v) ²²	Statoil	Gyproc	1972	8.000
Biosólidos (d) ²³	Novo Nordisk	Fazendas	1976	1.100.000
Cinza de caldeira (v)	Asnaes	Aalborg Portland	1979	200.000
Vapor (v)	Asnaes	Kalundborg	1981	225.000
Vapor (v)	Asnaes	Novo Nordisk	1982	215.000
Vapor (v)	Asnaes	Statoil	1982	140.000
Água de resfriamento(v)	Statoil	Asnaes	1987	700.000
Água quente (mar) (d)	Asnaes	Fazenda de peixe	1989	-
Enxofre (ácido sulfúrico) (v)	Statoil	Kemira	1990	2.800
Água, biotratada (d)	Statoil	Asnaes	1991	200.000
Gás combustível (v)	Statoil	Asnaes	1992	60.000
Gesso (v)	Asnaes	Gyproc	1993	85.000
		Qtde total anual		2.9 milhões

Fonte: LOWE (2001)

²² v = venda

²³ d = doação

3.1.2 Experiência adquirida

Todas as negociações desta rede são feitas de forma bilateral (gerador x consumidor), onde o estudo de viabilidade e o acerto comercial são discutidos amplamente. Cada empresa avalia suas negociações de subprodutos independentemente, não há uma avaliação abrangente do sistema. Além disso, as oportunidades que desviem os negócios da empresa, independente dos benefícios ambientais, não têm sido levadas adiante, um exemplo disso ocorreu quando a Asnaes (termo-elétrica) em 1989, iniciou um criatório de peixes usando o calor residual de seus efluentes. A atividade somente prosperou quando foi transferida para a iniciativa privada que viabilizou o comércio com o aumento de escala (57 criatórios de peixes foram implantados usando calor residual contido na água de resfriamento, gerado na termo-elétrica).

A participação de indústrias de ramos diferentes em processo de Simbiose Industrial aumenta os graus de liberdade dos intercâmbios de subprodutos. No entanto, estudos de análise de risco no manuseio e transferência de poluentes em processos produtivos diferentes devem ser realizados para minimizar efeitos não desejados. A preocupação é não transferir substâncias que estejam em baixas concentrações e por isso são consideradas inócuas em seu segmento produtivo, para outro com potencial de bioacumulação (metais do segmento industrial para a agricultura, por exemplo).

O tamanho das empresas parceiras, capacidade de geração e consumo, deve ser compatível com a massa negociada. Em alguns casos pode ser necessária a presença de um terceiro para negociação e distribuição do subproduto. O custo do transporte pode ser significativo, portanto a proximidade física entre os parceiros torna-se importante para o intercâmbio, assim como a existência de modais de transportes adequados (ferroviário, aquaviário) na região (GERTLER, 1995).

Negociações entre parceiros com decisão local são mais efetivas. A proximidade de objetivos sociais foi determinante em Kalundborg, onde os funcionários das empresas, do diretor ao empregado, compartilham o mesmo

ambiente (cidade, escolas, clubes, igrejas, shopping, meios de comunicação) e as melhorias ambientais locais são usufruídas por todos.

Todas as negociações tiveram amplo conhecimento e colaboração da agência reguladora ambiental. A participação dessas instituições no desenvolvimento de projetos de Simbiose Industrial torna-se importante em dois aspectos: o primeiro é que a regulamentação pode ser efetiva em forçar as empresas a reconhecer e pagar pelas chamadas “externalidades” ligadas a seus produtos (SO₂ para atmosfera, lodo e água quente para os fjords); e o segundo é que as normas devem estabelecer os parâmetros e objetivos, e não como atendê-los (GERTLER, 1995).

3.2 Porto de Rotterdam, Holanda – Projeto INES²⁴ (BOONS e JANSSEN, 2001) e (BAAS, 1998).

3.2.1 Características Gerais

Esse projeto iniciou em 1994 e foi iniciativa de uma associação industrial local (*Europoort / Botlek Interest – AEBI*). Foram mapeadas 69 empresas nas seguintes áreas: Transporte e armazenamento (15), petroquímica (13), mercadorias diversas (13), química inorgânica (11), serviços (10) e refinarias (7). Duas instituições acadêmicas, Delft e Erasmus, participaram do projeto, sendo coordenado por esta última. O projeto foi dividido em três fases.

A primeira fase teve dois objetivos: Divulgação dos conceitos de ecossistema industrial e a elaboração de um banco de dados com as informações das principais entradas e saídas do processo.

A segunda fase consistiu da escolha de 15 estudos de casos para a elaboração de projetos básicos.

Na terceira e última, deu-se a escolha e elaboração de três projetos para detalhamento e implementação: Reuso de efluentes líquidos, reuso de lodo biológico, e otimização no sistema de ar comprimido coletivo.

3.2.2 Experiência adquirida

²⁴ Iniciais de Projeto de Ecossistema Industrial.

O modelo adotado com as instituições acadêmicas identificou as seguintes barreiras que precisavam ser discutidas:

- Conceitual: A ecologia industrial era vista como algo do futuro e não se adequava à empresa atual ou região;
- Conhecimento: Falta de informação do que a ecologia industrial pode proporcionar para o sistema produtivo e a comunidade;
- Organização: Direcionamento dos esforços de diversos segmentos (governo, empresas, sociedade) para viabilizar a implantação de um ecossistema industrial;
- Aspectos técnicos: Os investimentos de infra-estrutura interna da empresa têm que ser tecnicamente compatíveis com o que se pretende na abordagem de ecologia industrial;
- Aspectos econômicos: Investimentos auto-sustentáveis devem orientar as ações a serem adotadas.

Outras variáveis, com influencia positiva ou negativa, deveriam ser analisadas, como a distância entre os parceiros, empresas competidoras entre si, conhecimento do processo de empresas parceiras, porte das empresas, credibilidade da rede e parceiros, garantia de continuidade futura e flexibilidade organizacional.

Em 1998, foi fundado o Clube de Sustentabilidade de Rotterdam com participação do governo, empresas, academia e ONG. Reuniam-se trimestralmente e tinham os seguintes objetivos:

- Divulgação das atividades de cada um, através de uma rede de informação;
- Discussão sobre as oportunidades de negócios;
- Planejamento das ações em conjunto

3.3 Triangle J. / Carolina do Norte, USA (KINCAID e OVERCASH, 2001)²⁵

3.3.1 Características Gerais

²⁵ Relatório completo do projeto pode ser acessado em www.tjcog.dst.nc.us/indeco.htm

Projeto patrocinado pela Agência de Proteção Ambiental Americana – USEPA em 1998, com o objetivo de identificar potenciais parcerias entre as indústrias de seis distritos na Carolina do Norte – EUA. Reuniu 182 parceiros (indústrias e prestadoras de serviços). As informações de entradas e saídas de seus processos foram compiladas e formatadas num sistema de informações geográficas. Teve o apoio de três universidades (Duke University, North Caroline State University, University of North Caroline at Chapel Hill) e de organizações de desenvolvimento econômico, governamentais e privadas. Durante os dois anos de projeto, até a sua implantação, foram identificados possíveis intercâmbios para 48% dos parceiros, envolvendo os seguintes subprodutos: Acetona, carvão, dissecante, ácido clorídrico, metanol, material de empacotamento, bags de plásticos, pó de serra, soda cáustica e madeira.

3.3.2 Experiência adquirida

Desenvolvimento de uma metodologia de aquisição de informações para identificar parceiros em potencial. Isto é primordial para a montagem da rede de intercâmbio de materiais, energia e água. Um sistema de informação georeferenciado (GIS) auxilia esse processo facilitando assim a identificação do gerador e sua localização física na região. O conhecimento da infraestrutura local para a identificação e fomento de intercâmbio de subprodutos é importante para a minimização dos custos, principalmente os modais (ferroviário e aquaviário) alternativos disponíveis na região.

A realização de seminários de discussão com os parceiros (geradores, consumidores e experts) sobre eventual reuso dos subprodutos pelas empresas locais, leva a uma maior divulgação e possibilidades de sinergias entre os parceiros;

As informações das empresas que alimentaram o banco de dados, foram obtidas através de documentos oficiais (inventário de resíduos sólidos, balanço hídrico com sua caracterização, programa de prevenção da poluição) requeridos pelos diversos órgãos ambientais (federal, estadual e municipal) e disponíveis na internet²⁶.

²⁶ Acessado através do endereço eletrônico <http://www.rtk.gov>;

Formou-se um conselho com representantes das entidades envolvidas para acompanhar a implantação do projeto.

3.4 PRIME Project, Filipinas²⁷ (FRIO, 1998)

3.4.1 Características Gerais

O Projeto PRIME, (*Private Sector Participation in Managing the Environment*) foi idealizado em 1998 e financiado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD e teve como objetivos a aplicação dos princípios da Ecologia Industrial através de projetos pilotos, desenvolver propostas de Simbiose Industrial junto aos parques industriais e influenciar nos programas e políticas governamentais.

Reuniu seis pólos industriais Laguna International Industrial Park (Binan, Laguna); Light Industry Science Park (Cabuyao, Laguna); Laguna Technopark (Sta Rosa, Laguna); Carmelray Industrial Park (Canlubang, Laguna); Lima Technology Center (Malvar, Batangas) e Phillipine National Oil Company (Bataan Province). Os subprodutos óleo usado, água e material de embalagem foram priorizados na primeira etapa.

3.4.2 Experiência adquirida

Todos os seis pólos apresentaram seus planos de ação para a coleta de dados de geração de subprodutos, e consumo de insumos e matérias primas. No ano seguinte, a análise dos dados e o fluxo de informações técnicas e comerciais, permitiram a elaboração de estratégias para recuperação e reuso de subprodutos como o óleo usado, água e material de embalagem. Esse comprometimento das indústrias foi influenciado pelo alto custo de destinação de resíduos e pela pressão exercida pelo governo local.

Foi desenvolvida também uma incubadora de empresas ambientais com o objetivo de lidar com a recuperação desses subprodutos, viabilizar o

²⁷ Acessado em Jul.2003 pelo endereço eletrônico <http://www.iephil.com/> e <http://members.tripod.com/ieprime/>

intercâmbio entre geradores e consumidores, consultoria nos princípios da química verde e uma outra de gerenciamento dos impactos ambientais. Algumas modificações na legislação ambiental e tarifária foram aprovadas para que as atividades se tornassem exequíveis (licença de operação tipo guarda-chuva, redução de impostos para material reciclável). O Projeto PRIME constou de 4 módulos de atuação: (i) Elaboração da Agenda 21 para o segmento produtivo; (ii) Desenvolvimento dos conceitos de ecologia Industrial, (iii) Implantação de sistemas de gerenciamento ambiental nas empresas e (iv) A criação de incubadora de empreendedorismo ambiental. Em 2001 a iniciativa foi divulgada num seminário internacional para outros seis países asiáticos.

3.5 Tampico, México (YOUNG, 1999)

3.5.1 Características Gerais

Em 1997, o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (World Business Council for Sustainable Development – WBCSD) - Seção Golfo do México, deu partida a um projeto piloto de Simbiose Industrial²⁸ com um grupo de 21 indústrias em Tampico, México. O objetivo era promover a sinergia entre diversos setores produtivos, maximizando o intercâmbio de materiais e com isso provar que ganhos econômicos poderiam ser obtidos e ao mesmo tempo minimizando os impactos ambientais. As 21 empresas tinham o seguinte perfil: Química/petroquímica (7), plásticos (6), minerais (2), metalúrgica (2) e outras (4). Além do Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável – Golfo do México, participaram outras ONG: *NAFTA's Commission for Environmental Cooperation – CEC*, Fundação AVINA e Fundação Ford.

Membros do WBCSD criaram uma empresa (*Applied Sustainability LLC*) para implantar o modelo de Sinergia de Subprodutos em outras regiões (Alberta, Canadá e Texas, Estados Unidos), além de fomentar a participação de

²⁸ Originalmente definido como Projeto de Sinergia de Subprodutos (*By-Product Synergy*).

instituições acadêmicas, de pesquisas tecnológicas, públicas e financeiras, em projetos deste porte.

O projeto foi dividido em 5 etapas: Conscientização e divulgação; Coleta de dados; Análise; Implementação e Avaliação, com duração de 15 meses. Após análise da pesquisa realizada chegou-se a identificação de 199 entradas (consumo) e 174 saídas (geração).

Como resultado foram identificadas sinergias para os seguintes subprodutos: Dióxido de carbono, Butadieno, ácido clorídrico, resinas poliméricas, tonéis e bombonas, bigbags de polietileno e polipropileno e cloreto férrico.

3.5.2 Experiência adquirida

É importante identificar as barreiras técnicas, econômicas e empresariais das oportunidades sugeridas, que possam competir com outros investimentos, além disso, a identificação da distância entre os parceiros e os meios alternativos de transporte, facilitam os estudos de viabilidade econômica.

As atividades a serem integradas devem levar em conta as restrições da legislação ambiental e tributária, no que diz respeito a movimentação dos subprodutos. Além disso, deve-se atentar para as avaliações dos riscos de manuseio e acidentes.

Deve-se ter o envolvimento da alta gerência e a prioridade claramente definida dentro da organização no que diz respeito às atividades de Simbiose Industrial. Para negociações futuras é imprescindível o fomento à credibilidade entre os parceiros.

3.6 Alberta, Canadá (HATCH, 1998)²⁹

3.6.1 Características Gerais

Motivados pelo sucesso do projeto de Simbiose Industrial em Tampico - México, as indústrias e líderes da comunidade de Alberta iniciaram em setembro de 1998 um projeto de Simbiose Industrial para a sua região.

²⁹ HATCH = Empresa de engenharia que sucedeu à Applied Sustainability LCC na condução dos projetos de Simbiose Industrial. Homepage www.hatch.ca

Contaram com a experiência da Applied Sustainability LCC, e de diversas organizações de desenvolvimento econômico e ambiental; governamentais e privadas como a Comissão para Cooperação Ambiental, Instituto de Pesquisa e Ciências de Alberta entre outras.

A metodologia usada em Tampico foi aperfeiçoada. Dividiram-se os subprodutos em famílias: Energéticos, sulfurados, inorgânicos, gases industriais e outros. Analisaram-se os possíveis usos e suas limitações. Após a adesão de 14 empresas, identificaram-se 16 oportunidades que foram posteriormente detalhadas e priorizadas nos seguintes subprodutos: CO₂, gás natural, cinzas, gesso, calor residual e soda cáustica.

3.6.2 Experiência adquirida

Foram identificadas barreiras que podem comprometer a Simbiose Industrial entre o gerador e consumidor, como por exemplo, o risco de descontinuidade no suprimento faz com que a empresa receptora torne-se dependente da geradora, tendo para isso que prever uma fonte alternativa de matéria prima, mantendo assim uma redundância de sistemas ou equipamentos. Além disso, a ausência de instalações adequadas para manuseio dos subprodutos por parte dos consumidores, leva à não efetivação do intercâmbio.

Os métodos de valoração do subproduto ainda são deficientes, não atendendo a expectativa dos usuários (geradores e consumidores). Uma oportunidade de melhoria identificada foi a necessidade de concentração dos subprodutos, principalmente as correntes líquidas que por estarem muito diluídas, provocam alto custo no transporte. Transporte esse que a depender da localização física das instalações dos geradores e receptores, pode inviabilizar a negociação em virtude de suas malhas rodoviária ou ferroviária serem deficientes.

A falta de escala industrial do receptor em relação ao gerador é outra preocupação, que pode tornar viável o processo de recuperação do subproduto. Nesse momento surge a figura do intermediário que pode agir como um distribuidor para vários receptores. Um ponto negativo da figura do intermediário é que o subproduto termina sendo “pulverizado” para vários receptores, o que dificulta o controle de quem o gera.

A Regulação, ainda com foco em resíduo, não é adequada para o comércio de subprodutos. Estabelece-se impostos e taxas diferenciados por região (licenças de transporte, consumo, venda, emissão de relatórios etc.), que dificultam a negociação.

Outro item também importante é a falta de um banco de dados com os subprodutos disponíveis na região, dificultando assim o conhecimento do potencial de simbiose entre as empresas interessadas.

3.7 Norte do Texas, USA (HATCH, 2001a)

3.7.1 Características Gerais

Em julho de 1999, a comunidade e indústrias da região norte do Texas – USA iniciaram um projeto de Simbiose Industrial, que a exemplo do de Tampico e Alberta, foram conduzidos pela Applied Sustainability LLC. O projeto contou com o apoio de organizações como o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável – Golfo do México, Hatch, USEPA e a comissão de recursos naturais do Texas e conseguiram reunir nove empresas, identificando 105 oportunidades de sinergias com 57 diferentes subprodutos. Foram priorizados: Cinzas, resíduos de madeira, solventes, material reciclável, produtos de laboratórios químicos e hidróxido de amônia.

Além da criação de grupos de trabalhos específicos foi formada uma equipe de suporte pós-projeto reunindo-se trimestralmente com o objetivo de estimular novas sinergias e a adesão de novos parceiros, baseando-se no princípio de “nossa empresa” em vez de “minha empresa”.

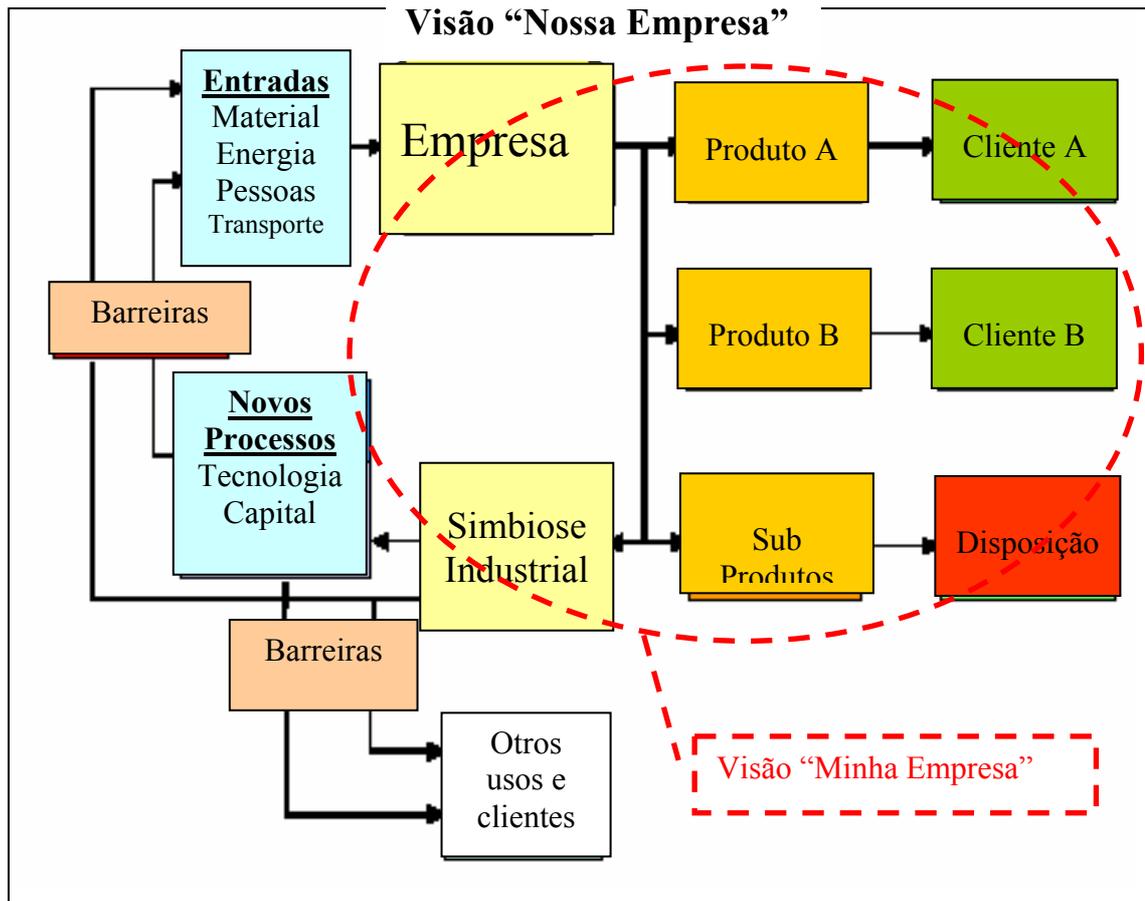


Figura 3.1 – A visão de “Nossa Empresa” x “Minha Empresa”

Fonte: HATCH (2001a)

Nesse conceito de “Nossa Empresa”, os subprodutos devem ser analisados buscando identificar as substâncias que podem ser reaproveitadas para outro processo produtivo, e características indesejadas dessas correntes podem ser modificadas no processo gerador para satisfazer o consumidor.

3.7.2 Experiência adquirida

Neste estudo de caso houve a necessidade de criação de grupos de trabalho específicos para identificar barreiras e solucionar entraves, desenvolvendo planos de ação para sinergias distintas, foram eles: energia, reaproveitamento energético de subprodutos, químicos, resíduos não perigosos e transporte.

Como o custo do transporte torna-se uma barreira comum para o aproveitamento dos subprodutos, algumas vezes torna-se necessária a inserção de um processo intermediário para aumentar a sua concentração.

Além disso, alguns instrumentos normativos foram elaborados considerando o transporte de subprodutos como resíduos e, portanto, dificultando a sinergia entre empresas. No norte do Texas, os órgãos ambientais se mostraram abertos para flexibilizar o transporte de certos materiais para permitir o seu uso nas propostas desenvolvidas.

3.8 Montreal, Canadá (HATCH, 2001b)

3.8.1 Características Gerais

Projeto iniciado pela Applied Sustainability LCC em abril de 2000, usando a mesma metodologia aplicada nos casos anteriores.

Além da participação de 15 empresas locais teve o envolvimento de organizações de desenvolvimento econômico e ambiental, governamentais e privadas.

Concluído pela empresa de engenharia Hatch, ela comenta as possíveis aplicações e as barreiras técnicas, de escala, econômicas, geográficas, regulatórias, organizacionais e sociais para o aproveitamento de cada um dos principais subprodutos. Foram considerados prioritários: Sulfato de sódio, soda cáustica, sais de cálcio (CaCO_3 , CaO , CaSO_4), hidrogênio, cloreto férrico, sulfato ferroso, óleo usado e lodo biológico.

3.8.2 Experiência adquirida

Nesse estudo, os subprodutos foram divididos em 3 classes de reuso potencial, os de curto prazo, cuja implantação seria imediata; os de médio prazo, dependendo de outros estudos; e os de longo prazo, cujos estudos encontravam-se suspensos.

Algumas variáveis foram consideradas essenciais para a prática da Simbiose Industrial. A existência de tecnologia e informação para o reprocesso do óleo gasto torna esta oportunidade mais fácil de ser implementada.

Há uma forte motivação em implementar sinergias onde o resultado econômico (lucros) da empresa é visível. O reuso da soda cáustica é um bom

exemplo, quando há custo de destinação, a opção de venda simbólica ou doação pode ser praticada pelo gerador.

A efetiva comunicação entre o gerador, usuário e outros envolvidos como o órgão ambiental, leva a uma negociação mais segura. Para o reaproveitamento do lodo biológico na agricultura torna-se imprescindível esse relacionamento entre a indústria, agricultores e órgãos reguladores.

Grandes geradores precisam de consumidores do mesmo porte (escala) sob o risco de ter que utilizar distribuidores para dar vazão à quantidade negociada. Já pequenos geradores podem tornar inexecutável a negociação, em virtude da pequena quantidade e baixa confiabilidade de fornecimento do subproduto.

Além desses, a legislação é um dos mais decisivos fatores, pois enquadrará a empresa a uma lei existente. As restrições legais ao seu descarte levarão a priorização para a busca de soluções. Outro fator é a responsabilidade social, que tem crescido dentro das corporações e busca a eficiência no gerenciamento sócio-ambiental, uma vez que pressões sociais e políticas levam a busca pelo desenvolvimento sustentável.

3.9 Golden Horseshoe, Canadá (HATCH, 2002)

3.9.1 Características Gerais

Coordenadas pela Hatch (mesma empresa que realizou o projeto de Montreal), as indústrias e comunidades da região de Golden Horseshoe, Canadá, iniciaram em janeiro de 2001 um projeto de Simbiose Industrial. A primeira etapa, de divulgação dos conceitos e adesão das empresas levou um ano e nos diversos seminários realizados houve a participação de 95 empresas. Ao final desse processo treze empresas aderiram ao projeto, que teve também a participação de organizações de desenvolvimento econômico e ambiental, governamentais e privadas.

Na etapa seguinte, estudos originaram aplicações com reaproveitamento de óxido de ferro, negro de fumo, madeira residual, escória siderúrgica, pó de

fornos de cimento, soda cáustica, glicol, óleo usado e catalisadores; além de otimização no transporte de material.

A metodologia foi detalhada e aperfeiçoada em 8 passos: Identificação do público alvo; conscientização e recrutamento; coleta de dados; análise de dados; priorização das sinergias; implementação; avaliação e a contabilização dos ganhos.

3.9.2 Experiência adquirida

Identificado o potencial de reaproveitamento dos subprodutos, foram estudadas as principais barreiras para a sua implantação como, por exemplo, a relutância na compra/uso de subprodutos para uso como matéria prima ou insumos, devido à falsa impressão de que o produto final será de baixa qualidade. Além disso, há a concorrência com os fornecedores da matéria prima virgem que citam a não garantia da continuidade pelo gerador do subproduto como uma desvantagem.

Uma postura imediatista da área comercial em transformar o que era custo (despesa na destinação) em receita (faturamento com a venda) com o subproduto pode tornar inviável a sinergia. Em muitos casos, esses subprodutos são vendidos a preços simbólicos ao receptor até este ter o retorno do seu investimento recuperado.

As Políticas governamentais voltadas para o tratamento fim de tubo e as barreiras regulatórias no tratamento de subproduto como resíduos, são outras variáveis que precisam ser analisadas entre as diversas partes interessadas, assim como a necessidade de inovações tecnológicas, incluindo as atividades gerenciais.

3.10 Análise comparativa entre os estudos de casos

Os estudos de casos detalhados apresentam diversos fatores que levaram a sua operacionalização. Em todos eles a viabilidade econômica foi a variável preponderante para a sua implantação. Um resumo das suas características é mostrado na Figura 3.2.

Tipo de coordenação.	INTERNA	EXTERNA	TERCEIROS
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Negociações bi-laterais; ▪ Ganhos econômicos e controle de poluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participação de órgãos de classe; ▪ Controle de poluentes / econômicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atuação de um intermediário; ▪ Ganhos econômicos / controle de poluentes.
Outros	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sociedade civil; ▪ Recursos naturais – água; ▪ Valoração dos subprodutos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comitê gestor. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apoio de associações de classes; ▪ Instituições municipais; ▪ WBCSD
Empresas	Negociações bilaterais.		Empresas de consultoria.
ONG/ Academia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sustentabilidade econômica e ambiental; ▪ Compartilhamento de melhorias ambientais locais. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envolvimento em pesquisas; ▪ Visão mais abrangente; ▪ Planejamento de médio longo prazo 	
Governo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agência ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agência ambiental ▪ Min indústria e comércio ▪ Programas; governamentais. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agência ambiental
	Kalundborg	Triangle J., PRIME, INES	Tampico, Alberta, N. Texas, Montreal e Golden Horseshoe

FIGURA 3.2 Formas de participação dos parceiros em sistemas de Simbiose Industrial

A Simbiose Industrial em Kalundborg apresenta uma característica que difere das demais, que foi o envolvimento da comunidade civil na discussão do uso do recurso natural - água pelas empresas da região. Isso levou a uma seqüência de ações onde a oportunidade comercial dos subprodutos foi sendo valorada e a sua absorção pelas empresas vizinhas e municipalidade tornaram atrativa à sua comercialização. A implantação de novos negócios no decorrer dos últimos 30 anos transformou-a em exemplo ímpar de um intercâmbio conduzido principalmente pelas negociações comerciais para dar sustentabilidade econômica e ambiental. Outra característica marcante foi a proximidade dos objetivos sociais dos parceiros envolvidos. Kalundborg é uma cidade de 20.000 habitantes onde grande parte dos funcionários das empresas, do diretor ao empregado menos graduado, compartilha o mesmo ambiente (escolas, clubes, igrejas, shoppings, meios de comunicação). As melhorias ambientais locais são também compartilhadas por todos.

Triangle J., PRIME e INES apresentam a característica comum de terem sido projetos desenvolvidos a partir de iniciativas governamentais (Agência Ambiental – USEPA, Ministério da Indústria e Comércio das Filipinas e

governo holandês, respectivamente) e apoiado na sua concepção por instituições acadêmicas locais ou pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. A participação das instituições acadêmicas, trouxe um maior planejamento e uma visão mais abrangente do sistema.

Em Kalundborg, as negociações foram e ainda são feitas de forma bilateral (gerador e consumidor) onde cada empresa conduz suas negociações de subprodutos de forma independente. Nas demais, metodologias foram desenvolvidas e o acompanhamento das diversas etapas de médio e longo prazo têm sido negociadas de forma coletiva. No projeto INES, foi fundado o Clube da Sustentabilidade de Rotterdam com encontros periódicos para divulgação dos casos de sucesso, discussão das oportunidades de negócios e planejamento das ações futuras. No projeto PRIME, há grupos de trabalho em cada um dos seis pólos industriais e módulos de implantação de projetos em longo prazo.

Nos estudos de casos analisados, a participação das instituições governamentais ambientais e alfandegárias tem sido essencial, porque as primeiras podem:

- Forçar as empresas a reconhecer e a pagar as externalidades ligadas a seus subprodutos (SO₂ para a atmosfera, água quente para o corpo receptor);
- Estabelecer parâmetros e objetivos finais, deixando a forma de como atendê-los para as empresas optarem caso a caso;
- Mudar a definição de resíduos por subproduto para um menor controle burocrático;
- Estabelecer licenças ambientais tipo guarda chuva onde as empresas possam negociar a redução das emissões em grupo – mercado de carbono;

As alfandegárias podem atuar de forma a:

- Reduzir impostos para os subprodutos que estejam substituindo matérias primas ou insumos;
- Flexibilizar o trânsito de subprodutos entre municípios;

- Equalizar os tipos de documentos de controle e impostos incidentes sobre os subprodutos.

Outra semelhança identificada foi o grande peso dos custos de transporte entre o gerador e consumidor, que a depender da distância pode inviabilizar a negociação. Em áreas muito extensas é recomendável a elaboração de um sistema georeferenciado (GIS) contendo as informações dos parceiros, facilitando assim sua identificação e localização física na região.

Em Triangle J., uma das variáveis consideradas na análise de custo benefício foi o balanço de emissão de gases de efeito estufa (CO₂), podendo fazer parte de projetos de seqüestro do carbono.

Os demais casos estudados tiveram a característica de serem conduzidos por uma instituição privada (Applied Sustainability LCC e posteriormente pela HATCH). O primeiro caso foi o de Tampico em 1997, que coordenado pela Organização Não Governamental “Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável – WBCSD”, desenvolveu uma metodologia e implantou práticas de sinergia de subprodutos entre as 21 empresas da região. Em seguida vieram os casos de Alberta, em 1998; Norte do Texas, em 1999; Montreal, em 2000 e Golden Horseshoe, em 2001.

Independente do tipo de instituição que esteja conduzindo o processo (privada ou governamental) e na análise dos estudos de casos acima citados, observou-se características predominantes na prática da Simbiose Industrial.

Essas características são apresentadas a seguir:

- Existência de banco de dados de subprodutos acessível ao público, com a quantidade gerada e a especificação de correntes que possam viabilizar seu reaproveitamento em outra empresa;
- Credibilidade e boa vontade entre os parceiros, favorece o intercâmbio de subprodutos;
- Canais de comunicação abertos entre as empresas e instituições parceiras (acadêmicas e governamentais);

- Realização de eventos para divulgar os casos de sucesso e incentivar a busca contínua de novos parceiros;
- Flexibilidade na regulamentação ambiental, uma vez que o seu foco ainda é na destinação “fim de tubo” e não no seu reaproveitamento;
- A existência de uma instituição intermediária (broker) que viabilize a segregação, envasamento e o fracionamento do subproduto, de acordo com o perfil do consumidor;
- Identificação das barreiras técnicas, econômicas, culturais e ambientais;
- Visão gerencial e comercial em prol da coletividade (nossa empresa) em detrimento da individual (minha empresa).

O tipo de coordenação do processo de Simbiose Industrial dos casos estudados já foi citado por Gertler (1995). O autor estratificou em três as formas mais comuns de coordenação encontrada na literatura mundial:

- Coordenação interna, onde as ações partem de atitudes isoladas entre empresas e a principal força motivadora é o aspecto econômico, onde a primeira “onda” surge das oportunidades de aproveitamento do uso econômico de subprodutos, em seguida a necessidade de controle dos poluentes. A força da legislação e pressão da comunidade tem evoluído para pressionar pela minimização dos impactos ambientais. As políticas públicas podem direcionar nesse sentido ao estabelecer padrões de desempenho em vez de padrões tecnológicos. Todos os exemplos documentados de Simbiose Industrial que adotaram este tipo de coordenação e até hoje evoluíram de forma autônoma, mas isto pode ter sido porque nenhuma política pública ou de instituição privada tenham efetivamente encorajado o desenvolvimento de simbiose entre as empresas;
- Coordenação externa às empresas com a participação de organismos setoriais, governamentais, acadêmicos ou ONG como principal força motivadora a necessidade de controle da poluição. Nesse modo há

uma necessidade de se planejar as atividades interinstitucionais e um grande esforço para mobilizar os diversos parceiros em torno de uma única questão – a Simbiose Industrial justificada pela comercialização dos subprodutos;

- Coordenação de terceiros (broker – intermediário): Estudos mostram que para a devida valoração de determinados subprodutos pode haver a necessidade de atuação de uma terceira parte (intermediário) que poderá agregar valor e tornar exeqüível a Simbiose Industrial, quebrando barreiras comerciais e culturais. Esse terceiro identifica as oportunidades potenciais de sinergia de subprodutos além de tornar a operação exeqüível economicamente, tirando daí a sua subsistência. Os “*Resource Recovery Center*” são exemplos destas iniciativas, foram criados para selecionar e recuperar principalmente resíduos não perigosos (plásticos, papel, papelão, metais, bombonas, pallets entre outros) (HATCH, 2002).

4. INSTRUMENTOS NORMATIVOS QUE FACILITARIAM A IMPLANTAÇÃO DA SIMBIOSE INDUSTRIAL

Neste capítulo serão abordadas algumas diretivas da União Européia relativas a resíduos, resoluções do CONAMA que tratam de resíduos perigosos e o instrumento normativo do estado da Bahia (Decreto Estadual 7.967/2001 que promulga e detalha a Lei 7.799/2001), que trata da Política Estadual de Administração dos Recursos Ambientais com foco nas suas contribuições para a implantação da Simbiose Industrial.

A legislação é considerada como a principal ferramenta de controle na gestão de resíduos sólidos, e como tal deve priorizar os princípios da eliminação, minimização e valorização, antes da sua destinação final como fonte energética ou disposição em aterros.

A Alemanha foi pioneira na adoção de medidas destinadas a equacionar a questão dos resíduos sólidos dentro dessa ótica, quando em 1986 emitiu a Lei de Minimização e Eliminação de Resíduos (JURAS, 2001). Com base nessa lei, vários documentos legais foram editados como, por exemplo, o de óleos usados em 1987, o de solventes em 1989 e o de minimização de vasilhames e embalagens, em 1991.

Em 1994, foi editada a Lei de Economia de Ciclo Integral e Gestão de Resíduos, que substituiu a norma de 1986. Com isso, ampliou-se a responsabilidade do fabricante a todo o ciclo de vida de seu produto, desde a fabricação, passando pela distribuição e uso, até sua eliminação. Um setor que cabe aqui detalhar é o de embalagens. As normas sobre esses resíduos obrigaram os fabricantes e os distribuidores a aceitar a devolução de vasilhames e embalagens e a conduzi-los a uma recuperação material independente do sistema público de eliminação de resíduos. Com essa finalidade, os fabricantes e os comerciantes criaram uma sociedade sem fins lucrativos, a “*Duales System Deutschland GmbH – DSD*”, a qual se encarrega da organização da coleta, da seleção e da valorização dos vasilhames e resíduos comerciais. O sistema Dual, como é conhecido, tem metas

a cumprir. A partir de 1995, por exemplo, um mínimo de 80% de todos os vasilhames e embalagens deveria ser coletado e desse total, pelo menos 80% deveria ser valorado.

Normas diretivas relativas a resíduos tem sido difundida a todos os países que formam a União Européia, como por exemplo:

- Diretiva 75/442/CEE, de 1975, relativa a resíduos;
- Diretiva 75/439/CEE, de 1975, relativa a óleos usados;
- Diretiva 91/157/CEE, de 1991, relativa a pilhas e acumuladores;
- Diretiva 94/62/CE, de 1994, relativa a embalagens e resíduos de embalagens.

O fator preponderante e direcionador para a prática da Simbiose Industrial têm sido o fator econômico, aliado a pressão da sociedade para o melhor reaproveitamento dos recursos naturais.

A Convenção da Basileia³⁰, a ECO 92, entre outros eventos de repercussão internacional, geraram discussões e produziram documentos importantes que enfatizam as partes interessadas (governos federal, estadual, municipal e empresas) a implementar uma política de gestão de resíduos sólidos priorizando a sua minimização em detrimento da simples destinação final.

No Brasil, a Constituição Federal no art. 225 estabelece que “[...] 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 [...]” (JURAS, 2000) é função do poder público.

O governo federal através da resolução CONAMA N° 7/1994, posteriormente substituída pela CONAMA N° 23/1996 estabelece a proibição da importação e exportação de resíduos perigosos, em todo território nacional, de qualquer espécie, de qualquer forma e para qualquer fim. Para os resíduos não inertes

³⁰ Convenção da Basileia estabelece direitos e deveres sobre o controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito, com parâmetros de controle que devem ser

(classes II), poderão ser importados para a finalidade de reciclagem ou reaproveitamento, após autorização dos órgãos competentes.

Algumas resoluções foram emitidas para atender famílias ou tipos específicos de resíduos como, por exemplo, as resoluções:

- CONAMA 09/1993, que trata da gestão do óleo lubrificante usado;
- CONAMA 05/1993, relativo ao tratamento e destinação final dos resíduos dos serviços de saúde, e complementada pela resolução CONAMA 283/2001;
- CONAMA 264/1999 trata do licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos;
- CONAMA 258/1999 trata da destinação de pneus que deve ser feita pelas empresas fabricantes, estabelecendo um cronograma crescente que visa a eliminação do passivo existente hoje;
- CONAMA 257/1999 trata da obrigatoriedade dos comerciantes em receberem pilhas e baterias idênticas às vendidas, assim como dos fabricantes em destinarem de forma correta, limitar a concentração dos poluentes químicos existente em sua composição, entre outros.

Algumas dessas favorecem a práticas da simbiose industrial como, por exemplo, as Resoluções CONAMA 09/1993 (BRASIL, 1993) e a 258/1999 (BRASIL, 1999) (óleo lubrificante e pneus respectivamente). As produtoras de óleo lubrificantes têm a obrigação de divulgar, em todas as embalagens de óleos lubrificantes produzidos ou importados, bem como em informes técnicos a destinação imposta pela lei e a forma de retorno dos óleos lubrificantes usados contaminados, recicláveis ou não; e as fabricantes de pneus têm um cronograma com exigências crescentes que as obriga a retirada de cinco pneus a cada quatro produzidos a partir de janeiro de 2005.

Isso levou ao desenvolvimento de processos industriais e a logística de coleta pelas partes envolvidas, que não seria atingido se regidos somente pela lei de mercado, nesse período de tempo.

Uma importante Resolução do CONAMA para direcionamento da prática da Simbiose Industrial é a N^o 313, emitida em 28 de outubro de 2002. Ela dispõe sobre o inventário nacional de resíduos industriais e estabelece entre outras providências:

- A obrigatoriedade das empresas fabricantes de produtos químicos a apresentarem informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte e destinação de seus resíduos ao órgão estadual de meio ambiente até o prazo máximo de dezembro de 2003, ou de acordo com o estabelecido por este último;
- Essas informações devem estar estruturadas por processos para melhor identificar os pontos de geração e inclusive indicar as entradas de matérias primas e insumos;
- Atualização das informações constantes dos Anexos I a III desta norma a cada dois anos;

Anexo I – Inventário nacional de resíduos sólidos industriais com informações e instruções gerais;

Anexo II – Código e descrição dos resíduos sólidos industriais

Anexo III – Códigos para armazenamento, tratamento, reutilização, reciclagem e disposição final.

- O prazo máximo de outubro de 2004 para os órgãos estaduais de meio ambiente apresentarem ao IBAMA os dados do inventário estadual de resíduos sólidos industriais, e para outubro de 2005, os programas estaduais de gerenciamento de resíduos industriais;
- A emissão, por parte do IBAMA, do plano nacional de resíduos industriais ao final de 2006;

A padronização das informações é fundamental para a avaliação dos dados nos níveis estadual e nacional, e que algumas informações como posição geográfica da fonte geradora, tipo de acondicionamento, frequência da geração e destinação atual, serão imprescindíveis para a implantação de um sistema de Simbiose Industrial.

A Lei No 10.650, de 16 de abril de 2003, dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. No Art 2º cita que

Os órgãos e entidades da Administração Pública, direta, indireta e funcional, integrantes do SISNAMA, ficam obrigados a permitir o acesso público aos documentos, expedientes e processos administrativos que tratem de matéria ambiental e a fornecer todas as informações ambientais que estejam sob sua guarda, em meio escrito, visual, sonoro ou eletrônico, especialmente as relativas a [...]:
V – [...] produção de resíduos sólidos;

Teoricamente facilita o acesso ao inventário de resíduos sólidos das empresas em poder dos órgãos estaduais do meio ambiente, fomentando assim o potencial de intercâmbio de subprodutos entre as empresas.

Tramita no congresso nacional projetos de lei que tratam da política nacional de resíduos sólidos, com a inserção de novos conceitos como a análise de ciclo de vida, tecnologias limpas, um fundo nacional de resíduos sólidos, incentivos fiscais para empresas exclusivamente recicladoras e aquelas com bom desempenho ambiental na área de resíduos, o que poderá alavancar resultados expressivos em curto prazo.

Na esfera estadual, a Política Estadual de Administração dos Recursos Ambientais (Lei No 7799/2001) estabelece como princípios que o poder público e a coletividade têm o dever de defender o meio ambiente mediante o planejamento, administração e medidas de precaução, prevenção, controle e uso racional dos recursos ambientais. Aliado a esse princípio, uma das diretrizes orienta o incentivo ao desenvolvimento de pesquisas, tecnologias e ações para o uso sustentável dos recursos ambientais, da minimização, reciclagem e reuso de resíduos e materiais. Nesta lei, aplica-se ainda de forma incipiente, o conceito de gestão do ciclo de vida quando no Artigo 30, Parágrafo Primeiro, responsabiliza as empresas instaladas ou que venham a se instalar no estado, pelo acondicionamento, estocagem, transporte, tratamento e disposição final de seus resíduos, mesmo após sua transferência a terceiros.

Já no parágrafo segundo, cita que:

A responsabilidade administrativa do gerador pelos incidentes ocorridos nas instalações de tratamento, recuperação, reciclagem ou disposição dos resíduos somente cessará nos casos em que a transferência dos resíduos, àqueles terceiros, tenha sido autorizada pelo órgão coordenador da SEARA e realizada na forma e condições pré-estabelecidas.

Se por um lado, isso pode legalizar o comércio de um subproduto, por outro não necessariamente exime o gerador da responsabilidade do manuseio ou uso incorreto por parte do usuário uma vez que a sua responsabilidade pode ser estendida até o descarte final do mesmo.

Quando se tratar de indústrias montadoras, manipuladoras ou importadoras, elas serão consideradas responsáveis pela destinação final das embalagens e seus produtos pós-consumo.

O Decreto Estadual 7.967/01 na Subseção I trata especificamente de resíduos sólidos e no Artigo 130 estabelece as diretrizes para a gestão de resíduos sólidos como sendo prioritariamente:

- I - Não geração, minimização, reutilização e reciclagem de resíduos através de alteração de padrões de produção e de consumo e desenvolvimento de tecnologias limpas;
- II - Desenvolvimento de programas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos;
- III - Uso de embalagens retornáveis e sua reutilização;
- IV - Desenvolvimento de tecnologias limpas para a reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final dos resíduos;
- V - Estabelecimento de parcerias objetivando otimizar a gestão dos resíduos sólidos;
- VI - Desenvolvimento de programas de capacitação técnica na área de gerenciamento de resíduos sólidos; promoção de campanhas educativas e informativas junto à sociedade sobre a gestão ambientalmente adequada de resíduos sólidos e sobre os efeitos na saúde e no meio ambiente dos processos de produção e de eliminação de resíduos;
- VIII - Incentivo à criação de novos mercados e a ampliação dos já existentes para os produtos reciclados.

No Artigo 138 obriga os geradores a elaborar e apresentar ao CRA um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, uma vez que o mesmo integrará o processo de licenciamento ambiental. Esse PGRS deverá contemplar:

I – Inventário conforme modelo fornecido pelo CRA, contendo dentre outras informações: a origem, classificação, caracterização quali-quantitativa e frequência de geração dos resíduos, formas de acondicionamento, transporte, tratamento e disposição final;

II - Os procedimentos a serem adotadas na segregação na origem, coleta interna, armazenamento, reutilização e reciclagem;

III - As ações preventivas e corretivas a serem adotadas objetivando evitar ou reparar as conseqüências resultantes de manuseio incorreto ou incidentes poluidores;

IV - designação do responsável técnico pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS

O devido cumprimento do Artigo 138 serviria de base para a elaboração de um banco de dados que identificasse melhor a alternativa de destinação, no entanto a falta de uma lista de matérias primas e insumos, inviabiliza a identificação de empresas com o potencial uso como insumo ou matéria prima para outro processo produtivo.

Em outro artigo, o de número 137, cita que:

O gerador poderá encaminhar o seu resíduo às unidades receptoras, desde que devidamente licenciadas e mediante autorização específica para o transporte de resíduos perigosos. Parágrafo único – Obedecidas às condições estabelecidas no caput deste artigo, caberá à unidade receptora a responsabilidade pela correta e ambientalmente segura gestão do resíduo recebido.

O Artigo 140 estabelece restrições à Simbiose Industrial para os resíduos perigosos salvo por aprovação do CRA, assim descrito:

[...] É proibido [...]

[...] VI - emprego de resíduos perigosos como matéria-prima e fonte de energia, bem como a sua incorporação em materiais, substâncias ou produtos, sem prévia aprovação do CRA.

O transporte de resíduos perigosos dentro e para fora do estado da Bahia só poderá ocorrer após autorização do CRA. Isso se dará através de análise da caracterização do resíduo, tipo de transporte, rota, veículos adotados, medidas de controle para emergências e dados do receptor, que serão verificados através de contato com o órgão ambiental do Estado destinatário (Artigo 143).

Esse artigo obriga a que todo subproduto que tenha características de resíduo perigoso seja tratado como tal. Isso dificultará a sua comercialização uma vez que outros documentos, além daqueles previstos para a comercialização de subprodutos, terão que ser obtidos, aumentando o custo da transação. Esse é um dos pontos da legislação que merece uma discussão mais aprofundada.

Os últimos tópicos que tratam da gestão de resíduos (artigos 148 a 150) ratificam a priorização de ações para a não geração, a minimização, a reutilização e a reciclagem de resíduos. Além disso, o emprego de resíduos industriais como adubo, matéria prima, fonte de energia ou sua incorporação em outros materiais precisarão de autorização do CRA.

O Termo de Referência do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, emitido pelo CRA em fevereiro de 2002, visa subsidiar os diversos empreendimentos quanto à elaboração e apresentação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, que se constitui num documento integrante do sistema de gestão ambiental, baseado nos princípios da não geração e da minimização da geração de resíduos. Está conforme exigido no Art. 138 do Regulamento da Lei Estadual nº 7.799, de 07/02/2001, aprovado pelo Decreto Estadual nº 7.967, de 05/06/2001.

Consta dos seguintes itens:

- a) Identificador do gerador (Ver Anexo C)
- b) Resíduos gerados (Ver Anexo D)
- c) Plano de movimentação de resíduos (Ver Anexo E)
- d) Plano de gerenciamento
- e) Acondicionamento
- f) Coleta / transporte interno dos resíduos
- g) Estocagem temporária

- h) Pré-tratamento
- i) Coleta / transporte externo
- j) Tratamento externo
- k) Educação ambiental

O PGRS deve ser elaborado pelo gerador dos resíduos e submetido à análise do órgão ambiental para aprovação. Deve minimizar a geração de resíduos na fonte, adequar a segregação na origem, controlar e reduzir riscos ao meio ambiente e assegurar o correto manuseio e disposição final, em conformidade com a legislação vigente.

4.1 Análise crítica da Resolução CONAMA 313/2002 e do Termo de Referência do PGRS emitido pelo CRA, no que diz respeito a prática da Simbiose Industrial

O Termo de referência para a elaboração do PGRS, em virtude de ter sido emitido antes da CONAMA 313, não contempla algumas informações descritas nos Anexos I a III, como a codificação do resíduo conforme a NBR 10.004 e as coordenadas geográficas das geradoras dos resíduos. A CONAMA 313 estabelece também a descrição do processo produtivo em etapas, indicando os pontos de geração de resíduos sólidos, o que facilitaria posteriormente a identificação de contaminantes e correção no processo para viabilizar o reaproveitamento do subproduto. Outra informação importante para a formação de um sistema de Simbiose Industrial é a lista de matéria prima e insumos requeridos pela CONAMA 313 e não contemplada no termo do CRA. A lista de matéria prima e insumo é tão importante quanto a lista de resíduo para a Simbiose Industrial, uma vez que possibilita identificar potenciais consumidores dos subprodutos gerados por outras empresas. Está em estudo a revisão do Termo de Referência do PGRS para atender por completo o CONAMA 313, que por sua vez vai ao encontro das necessidades de informações de um sistema de Simbiose Industrial. O cumprimento dessa resolução em todas as suas etapas poderá levar os conceitos de reaproveitamento de subprodutos em outros segmentos produtivos, ao Plano Estadual de Resíduos Sólidos Industriais a ser

formulado até outubro de 2005 pelo órgão estadual de meio ambiente do estado. Para isso, terá que haver uma ampla discussão entre os geradores, potenciais consumidores, organizações não governamentais e instituições governamentais ligados a essa questão.

Tanto a Lei 9.977/2001 quanto o Decreto Estadual 7.967/2001 que a regulamenta e a detalha nos Artigos 30 e 137 respectivamente, delegam à unidade receptora a responsabilidade pela correta e ambientalmente segura gestão do resíduo recebido, desde que tenha sido devidamente licenciada pelo órgão estadual de meio ambiente, para processar esse tipo de material. Isso pode dar a empresa geradora uma certa tranquilidade quanto a responsabilidade legal no manuseio e destinação final do reaproveitamento do seu subproduto.

Por outro lado a responsabilidade do gerador quanto às conseqüências causadas por seu subproduto vai além do aspecto legal, o que leva às empresas geradoras a necessidade de realizar auditorias nas empresas receptoras para verificar o adequado manuseio e destino dos resíduos gerados pela comercialização dos seus subprodutos. Para o Princípio da Precaução prevalecer, é necessário a passagem de informações relativas ao subproduto comercializado.

5. IMPLANTAÇÃO DA SIMBIOSE INDUSTRIAL NO PÓLO PETROQUÍMICO DE CAMAÇARI

Nesse capítulo é feito um breve histórico do Pólo de Camaçari para situá-lo no contexto regional e nacional. Em seguida apresenta-se um caso de Simbiose Industrial já praticados em Camaçari, uma discussão sobre a importância da qualidade da informação no inventário de resíduos sólidos e como um banco de dados pode permitir a identificação de oportunidades de Simbiose Industrial. Um outro caso, mais resumido, encontra-se na forma de apêndice ao final do trabalho. Concluindo o capítulo, comenta-se a implantação de um sistema de Simbiose Industrial para os resíduos sólidos no pólo.

A implantação do Complexo Petroquímico de Camaçari, realizado na década de 70, incluiu centrais de utilidades, matérias primas, manutenção e tratamento de efluentes até então inéditos no Brasil. A partir de 1989, com o desenvolvimento dos esforços para a duplicação da capacidade instalada, a exigência da elaboração dos Estudos de Impactos Ambientais e Relatórios de Impactos no Meio Ambiente (EIA/RIMA), além da introdução de programas da qualidade, levaram também a melhorias nas políticas ambientais das empresas.

A empresa âncora do pólo de Camaçari é a Companhia Petroquímica do Nordeste S.A. – COPENE³¹ e levou-se em consideração para sua concepção e localização os seguintes aspectos:

- Geomorfologia favorável que possibilitasse a construção integrada do complexo em área contínua.
- A proximidade da Refinaria Landulpho Alves – RLAM / Petrobrás, fornecedora de nafta petroquímica e outros insumos;
- Proximidade dos terminais marítimos de Porto de Aratu (principal escoadouro marítimo da região metropolitana de Salvador) e o terminal de Madre de Deus - TEMADRE (terminal da Petrobrás especializado na movimentação de petróleo e seus derivados);

- Proximidade da cidade de Salvador, fonte potencial de mão de obra e de serviços diversos necessários para implantação e operação do complexo;

Localiza-se também nas vizinhanças da área industrial de Camaçari, reservas de óleo e gás na bacia sedimentar do recôncavo, além dos aquíferos regionais representarem excelente potencial hídrico, sendo o de São Sebastião um dos maiores do Brasil.

Para compensar as desvantagens em relação ao Pólo Petroquímico de São Paulo (único em operação na época), trabalhou-se a economia de escala para compensar os custos de transportes para transferir os produtos para as indústrias de transformação situadas naquela região. Além disso, otimizou-se o sistema de transporte interno no Pólo construindo-se sistemas de transportes dutoviários entre as unidades industriais, e destas para o porto de Aratu, viabilizando a exportação de produtos para os demais centros consumidores e para outros países.

Hoje o complexo de Camaçari conta com mais de 60 empresas do segmento químico, petroquímico, celulose, metalurgia do cobre, têxtil, bebidas, serviços e uma grande montadora de automóveis (Complexo Industrial Ford Nordeste), produzindo mais de 50% dos petroquímicos básicos gerados pela indústria brasileira. Com investimento global superior a US\$ 10 bilhões, faturamento anual de cinco bilhões de dólares, emprega 12 mil funcionários diretos e cerca de 11 mil indiretos (COFIC, 2003).

Na concepção do complexo existiu um planejamento geral, aspecto até então inédito no Brasil, sendo definido um plano diretor com ordenamento que selecionou áreas para instalação de indústrias afins, implantação de um cinturão verde, projeto viário, a criação de uma central de manutenção – CEMAN³², e uma Central de Tratamento de Efluentes Líquidos - CETREL.

³¹ Com a mudança do controle acionário a partir de 2001, a Copene faz parte da BRASKEM / Insumos Básicos, juntamente com as antigas OPP, Trikem, Nitrocarbono, Polialden e Propet.

³² Posteriormente adquirida pela Asea Brown Boverly - ABB

O arranjo físico e empresarial do Pólo permite a prática de geração e distribuição centralizada de utilidades³³ e matéria prima³⁴ fornecidas pela Braskem, além de outras ligações via tubulações entre empresas do complexo. Outra vantagem também contemplada na sua concepção foi ter um único sistema de coleta, tratamento e disposição de efluentes líquidos³⁵ - CETREL, e que atualmente também realiza o monitoramento atmosférico e do lençol freático da região³⁶ e oferece serviços de aterro industrial, incineração e tratamento de resíduos não só gerados no pólo como em outras regiões do Brasil.

Essas características de aglomeração, integração e verticalização levaram o Pólo de Camaçari a produzir 55% da produção nacional de petroquímicos básicos. Por outro lado, os efeitos sinérgicos e acumulativos dos poluentes destas indústrias sobre o ar, terra, água e solo, potencializaram os impactos ambientais no ecossistema da região.

Com a sua capacidade duplicada a partir de 1992, reviu-se a norma ambiental no que se refere a exigências de EIA/RIMA, condicionantes das licenças de operação, tornando-as mais adequadas para lidar com os impactos ambientais. Foram adotadas novas formas de gestão ambiental pelas empresas, novas tecnologias em processos de manufatura foram aportadas na região. Em paralelo, aumentou a cobrança da comunidade por melhores desempenhos ambientais no processo produtivo. A participação da comunidade antes limitada às audiências públicas, começou a influir nos processos de decisão empresarial com a criação do Conselho Comunitário Consultivo do COFIC (CALHEIRAS, 2003).

Além do atendimento das novas exigências ambientais foram introduzidos programas da qualidade e gestão ambiental nas empresas, visando a obtenção de certificações internacionais, sobretudo as ISO-9000, ISO-14000 e o Atuação Responsável, condições para se atingir os mercados europeus e americanos.

³³ Águas potável, clarificada, desmineralizada e de incêndio; energia elétrica; vapor de 15 e 42 kgf/cm²; fornecida pela Braskem, e gases industriais - nitrogênio e oxigênio, pela White Martins

³⁴ Hidrogênio, eteno, propeno, butadieno, benzeno, tolueno, xilenos fornecidos pela Braskem/UNIB.

³⁵ Sistema de água de chuva e não contaminado – SN e sistema de água oleosa - SO

³⁶ Sistema com 8 estações de monitoramento do ar; e operação e monitoramento da barreira hidráulica na região do seu entorno.

Como consequência disto, algumas empresas adotaram programas de prevenção, com resultados na minimização no consumo de água, energia e geração de resíduos sólidos, refletindo positivamente nas políticas ambientais das empresas.

A mudança de controle acionário da Copene, com a aquisição das ações confiscadas pelo Banco Central após a falência do grupo Econômico, o consórcio Mariani/Odebrecht passou ao controle acionário e fez surgir a BRASKEM, integrando sob uma única gestão a central de matérias-primas e utilidades do Pólo às empresas de segunda geração (em Camaçari representado pela OPP, Trikem, Polialden, Propet e Nitrocarbono), dotando-a de escala de produção e aporte tecnológico para ampliar a sua competitividade mundial.

A fase atual do Pólo apresenta como traços marcantes, a expansão e diversificação. Os maiores empreendimentos implantados no Estado em anos recentes se localizaram no Pólo. A Ford instalou o Complexo Industrial Ford Nordeste, que é o maior e mais recente investimento da montadora, estimado em US\$ 1,2 bilhão, para produzir 250 mil veículos por ano. A Monsanto investiu US\$ 300 milhões para instalar sua primeira indústria de matérias-primas para o herbicida “*round up*” da América do Sul. Além disso, o governo do estado conta com o programa Bahia Plásticos, atraindo empresas de produtos finais. Os municípios de Camaçari e Dias D’Ávila incentivam as implantações de pólos de serviços em regiões próximas ao complexo.

Essa diversidade de segmentos produtivos propicia condições que facilitam a quebra do paradigma da prática de fim de tubo para os resíduos gerados, na medida que aumenta as possibilidades de reaproveitamento de subprodutos de um segmento produtivo em outro até então desconhecido. Isso facilita a implantação de um sistema de Simbiose Industrial aplicável a todo o complexo, primordial para a sustentabilidade empresarial e ambiental da região de Camaçari e adjacências.

5.1 Caso de Simbiose Industrial em resíduos sólidos já praticado no Pólo Petroquímico de Camaçari

Algumas práticas de Simbiose Industrial já são realizadas no pólo, independente de serem ações sistêmicas para minimizar o impacto ambiental, todas elas tem uma sustentabilidade econômica atraente para as empresas envolvidas. Será comentada a experiência envolvendo a escória do cobre. Espera-se que com a divulgação de casos de sucesso como esse, sejam desenvolvidas novas experiências de Simbiose Industrial por outras empresas. Em seguida será analisado o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de empresas do pólo e avaliado as informações adicionais necessárias para a elaboração de um banco de dados de Simbiose Industrial.

5.1.1 Escória do cobre (CARAIBA METAIS, 2002)

a) Caracterização

A Caraíba Metais, fundada em 1969 no município de Dias D'Ávila, atualmente é a maior e mais importante empresa do grupo Paranapanema³⁷. Conta com aproximadamente 900 colaboradores diretos e 800 indiretos. Tem como matéria prima o minério concentrado de cobre, oriundo de importação (87%) do Chile, Estados Unidos entre outros países, e da Mineração Caraíba (13%), localizada no município de Jaguarari - BA. É a única fabricante no Brasil de cobre eletrolítico, com capacidade instalada de 220.000 t/ano e atende 75% da demanda nacional. Trabalhando com uma matéria prima (minério concentrado) a base de cobre (+/- 30%), enxofre (30%), ferro (30%) e sílica (10%)³⁸ tem uma grande geração de subprodutos e resíduos de compostos de enxofre e ferro.

O enxofre é transformado em 440 mil t/ano de ácido sulfúrico, óleo e SO₃ líquido, que são consumidos na sua totalidade por empresas da região. O ferro sai na forma de escória de cobre (300 mil t/ano),

³⁷ Maior grupo de metais não ferrosos do Brasil com faturamento acima de R\$1,9 bilhões anuais

³⁸ Os valores percentuais estão aproximados

formado a partir da sua estabilização e de outros componentes contidos no minério bruto, não aproveitável no processo.

A escória do cobre é gerada nos processos de fusão e refino, do minério concentrado de cobre, e o ferro contido no concentrado reage e se estabiliza em um silicato ferroso, a Faialita, principal constituinte da escória. Na unidade de granulação, a escória líquida, a alta temperatura, entra em contato com um jato de água e se solidifica na forma de pequenos grãos. A escória representa 73% em massa do resíduo gerado pela Caraíba. Após 20 anos de operação a empresa acumulou cerca de quatro milhões de toneladas dessa escória, produzindo um impacto visual agressivo e ocupando uma área nobre que poderia ser utilizada com outras finalidades produtivas.

Tab. 5.1 Composição química da escória do cobre

Faialita ($2\text{FeO}:\text{SiO}_2$)	$\leq 85,0 \%$
Óxidos e Silicatos de Al, Ca e Mg	$\leq 11,0 \%$
Magnetita (Fe_3O_4)	$\leq 5,0 \%$
Cobre (estabilizado como óxido, sulfeto e silicato)	$\leq 5,0 \%$
Outros metais	$\leq 2,0 \%$
Densidade	3,30 a 3,90 g/cm^3

Fonte: CARAÍBA METAIS, 2002.

b) Fatores motivadores que levaram à Simbiose Industrial

Em 1991 iniciou-se o processo de Gestão da Qualidade Total na Caraíba, quando foram relacionadas as grandes questões (ambientais, tecnológicas, mão de obra etc) que precisavam ser abordadas pela empresa. A partir das diretrizes definidas pela alta administração, a geração de resíduos, mais especificamente a escória do cobre, desencadeou um processo de repensar e foi discutido o alto volume de resíduo enviado para estocagem interna. Observou-se que em médio prazo, o que internamente começava a chamar a atenção pela interferência na paisagem, poderia ser alvo de questionamento

pela comunidade circunvizinha ou até mesmo pelo órgão ambiental. No ano seguinte, com a elaboração do Plano de Gerenciamento Ambiental definiu-se como meta o reaproveitamento ou reciclagem externa da escória do cobre. Para isso formou-se uma equipe de estudo com técnicos da área ambiental e de tecnologia, onde duas linhas de ação foram trabalhadas: (i) Conhecer as características da escória produzida e compará-la com a gerada por outras “*smelters*”, (ii) pesquisar em empresas de mesma tecnologia o destino dado a esse resíduo.

Nesse mesmo período, intensificou-se o intercâmbio técnico entre a Caraíba e suas congêneres, além da participação de seus técnicos em seminários internacionais que buscavam práticas e padrões de referências para balizar os programas institucionais da empresa.

Antecedendo a cada seminário ou vista técnica era elaborado um conjunto de itens (*check list*) a serem avaliados e a questão ambiental passou a ter importância crucial nesses encontros. Foi criado um clima organizacional favorável para transformar a Caraíba em uma empresa de classe mundial.

Algumas referências sobre o uso da escória foram obtidas. Por exemplo, na Alemanha e Holanda este subproduto era usado para firmar encostas de barragens. Nos Estados Unidos e Coréia o mesmo era usado para jateamento de superfícies metálicas, e no Japão como agregado na construção civil. Paralelamente a essa pesquisa externa, em 1992, foram firmados convênios, primeiro com o Centro de Pesquisa em Energia Elétrica - CEPEL, e posteriormente com a Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS e Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, visando caracterizar e definir aplicações potenciais onde esse resíduo pudesse ser reinserido na cadeia produtiva agregando valor ao produto manufaturado. Como resultado das pesquisas foram identificadas as seguintes aplicações:

- Matéria prima para fabricação de cimento;
- Abrasivo para o jateamento de superfícies metálicas;

- Agregado miúdo para a construção civil, sendo utilizado em concretos, argamassas, colchão drenante, base para pavimentação;
- Componente aditivo para asfalto e pisos industriais;
- Leitos drenantes para percolação de líquidos;
- Controle de erosão em encostas e taludes

As duas primeiras aplicações respondem atualmente por 95% do reaproveitamento da escória do cobre. As demais não tiveram o mercado desenvolvido como o esperado.

Em seguida deu-se a ampla divulgação dos resultados obtidos através da dissertação de mestrado (MOURA, 1993), artigos em periódicos especializados (MOURA, 1994) e tese de doutorado (MOURA, 2000), que confirmavam os benefícios do uso da escória como agregado na construção civil e como aditivo ao cimento Portland.

Em 1993, com a proibição do uso de areia para jateamento de superfície metálica no estado do Rio de Janeiro, em virtude do surgimento de doenças ocupacionais (silicose), a escória do cobre foi testada como potencial substituto. Após um ano de experimentos seu uso foi aprovado. Surgiu então o primeiro grande mercado consumidor, uma vez que como agregado da construção civil não houve aceitação pelo mercado local, apesar dos resultados técnicos positivos dos estudos realizados.

Em 2001 surgiu a demanda do segmento cimenteiro, quando foi firmado um convênio para desenvolver o reaproveitamento da escória como aditivo misturado com o clínquer, na etapa da moagem do cimento. Pesquisa conduzida por técnicos da própria indústria cimenteira, chegou a resultados positivos, mas a negociação só foi concluída após a inclusão de um novo parceiro, a Ferrovia Centro Atlântica – FCA, responsável pelo transporte da escória até a

cimenteira, utilizando os vagões vazios de retorno de minério transportado. Como resultado, a indústria cimenteira é responsável hoje pelo reaproveitamento de 75% da escória comercializada.

A legislação ambiental (BAHIA, 2001) estabelece um rígido controle sobre a transferência e destinação dos resíduos classificados como Classe I (perigosos) e II (não inerte) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987). A comercialização da escória, pelo fato de ser classificada pela NBR-10.004 como classe III não necessita desse tipo de controle do órgão ambiental, portanto livre para ser comercializada, dependendo somente da sua inclusão como substância produzida no processo de licença de operação. A pesquisa realizada foi financiada pela própria empresa que vislumbrou um investimento necessário para se antecipar a uma demanda ambiental em outros países. Ao encontro dessa demanda veio a indústria cimenteira que tem buscado sua sobrevivência no mercado através de alternativas energéticas, vide a queima de resíduos como combustível alternativo, e outras fontes de insumos que minimizem a exaustão dos recursos naturais. Como consequência desses reaproveitamentos, a comercialização da escória tem cobertos todos os custos de transporte, manuseio, sua especificação de umidade e granulometria para atender ao mercado consumidor, sendo hoje considerado um subproduto constante do portfólio comercial da empresa.

Esse projeto de simbiose industrial foi premiado com o Prêmio de Desempenho Ambiental da FIEB no ano de 2002, na categoria de grande empresa.

c) Barreiras à implantação das melhorias identificadas

No segmento metalúrgico, os programas da qualidade levaram algum tempo a se institucionalizar. Isso aconteceu mais rapidamente com a metalurgia do cobre e do alumínio em virtude do alto valor agregado dos seus produtos e a exigência do mercado consumidor. O

desenvolvimento do mercado para a aceitação de novos produtos precisa ser tratado com estratégias comerciais que permita a sua viabilidade econômica, principalmente quando o produto a ser substituído tem um baixo custo. Apesar de conhecida a aplicação da escória em jateamento de superfícies metálicas, somente ocorreu depois da proibição do uso da areia em virtude desta provocar doença ocupacional (silicose).

Comenta-se que mesmo havendo o retorno do uso da areia para atividade de jateamento no estado do Rio de Janeiro, a indústria naval não voltará a usá-la em virtude da qualidade agora reconhecida da superfície jateada com a escória. Além disso, há uma maior preocupação e fiscalização das jazidas de areia pelos órgãos ambientais estaduais, inibindo a sua exploração ilegal. Outro fator positivo é a possibilidade de reuso da própria escória em outros jateamentos. Uma limitação ao desenvolvimento de opções à destinação da escória, é o fato de ser considerado um resíduo inerte, o que não leva a priorização da sua minimização por parte do gerador. Sem a exigência legal de rápida destinação, a mesma fica estocada em pátios abertos sem grandes conseqüências. Um outro fator limitante à sua comercialização é o seu transporte. Devido ao seu alto peso específico, 3,3 a 3,9 t/m³, não se pode usar o volume útil da carroceria uma vez que normas do DNER limitam um peso máximo permitido por eixo do caminhão, no transporte rodoviário.

d) Identificação dos segmentos beneficiados

É reconhecido o benefício econômico direto para a empresa geradora, uma vez que são eliminadas não só despesas de custos variáveis (mão de obra, transporte interno, limpeza de área) como também melhor utilizadas as áreas que seriam destinadas para estocagem de grandes volumes do resíduo.

Além disso, outras atividades produtivas se beneficiarão, como por exemplo:

- O trabalhador que manuseia o produto diretamente nos serviços de jateamento;
- Setor de construção civil e de cimenteiras, pela oferta de matérias primas de qualidade garantida, como alternativa para os materiais tradicionalmente utilizados neste segmento, minimizando o consumo dos recursos naturais e o impacto ambiental provocado pela sua exploração;
- Empresas prestadoras de serviços de recuperação de superfícies metálicas, principalmente a naval que utiliza o resíduo como abrasivo no jateamento de superfícies metálicas, oferecendo um melhor rendimento e resultando num aumento da produtividade.
- Empresas que trabalham com recuperação de áreas degradadas poderiam utilizar a escória como material de preenchimento de áreas erodidas e contenção de encostas devido às suas características de permeabilidade, porosidade e alto peso específico;
- O meio ambiente, que com a utilização da escória granulada de cobre como substituto da areia e da argila pozolânica, esta última, na indústria cimenteira, reduz o processo de exaustão dos recursos naturais;

Observa-se que a mineração de areia é provocadora de impactos ambientais principalmente relacionados à erosão e assoreamento de corpos d'água. Quanto à argila pozolânica, é normalmente obtida nos sedimentos de lagos e lagoas sendo que sua remoção traz alterações à qualidade destes mananciais.

e) Resultados alcançados

Foram identificadas melhorias relacionadas ao desempenho ambiental, produtividade e competitividade da empresa em virtude dos resultados do reaproveitamento da escória de cobre.

Em relação ao desempenho ambiental

- Aumento da eco-eficiência do processo produtivo da Caraíba Metais, onde 84.700 t de material em 2002 deixaram de ser resíduos e foram vendidos como subprodutos. A meta para 2003 é de 120 mil t;
- Eliminação da necessidade de ampliar a área de estocagem de resíduos;
- Redução da velocidade de crescimento da montanha de escória granulada de cobre a ser armazenado, com conseqüente melhoria no impacto visual da localidade;
- Redução no consumo de recursos naturais, através da substituição do uso de:
 - Areia nos serviços de limpeza de superfícies metálicas (30 mil t/ano em 2001) como abrasivo para jateamento de superfícies metálicas;
 - Argila pozolânica na fabricação do cimento (60 mil t/ano);
- Melhoria no ambiente de trabalho no setor de jateamento (saúde ocupacional) em virtude da substituição da areia pela escória como abrasivo para jateamento, uma vez que elimina o potencial do trabalhador adquirir a silicose;
- Melhoria da imagem da empresa através de atividades pró-ativas para a minimização do impacto ambiental perante as partes interessadas, incluindo os órgãos de controle ambiental.

Em relação à produtividade e competitividade

- Aumento da receita da empresa, com melhoria do resultado financeiro, através da sua comercialização;
- Comercialização de um novo produto (*copper slag*) com valor agregado, com custo de produção relativamente baixo;
- Conquista de novos mercados: construção civil, naval (pintura de chapas metálicas) por apresentar excelente rendimento na aplicação como abrasivo, devido ao elevado poder de abrasão, proporcionando melhor controle da pintura e bom acabamento superficial;

- Conquista de novos mercados na indústria cimenteira ao proporcionar características pozolânicas ao produto final com um custo reduzido.

Fazendo-se uma comparação da expressividade do projeto e sua relação com os aspectos de produtividade e competitividade da empresa, observa-se que a receita bruta com o reaproveitamento comercial da escória em 2001, foi equivalente aos gastos da empresa com os programas de monitoramento do ar, gerenciamento de águas subterrâneas, e o tratamento e disposição de efluentes líquidos na Cetrel.

Para um futuro próximo, está previsto o consumo de mais escória do cobre por outra cimenteira do mesmo grupo, sendo reaproveitada toda a escória produzida.

f) Experiência adquirida (lições) e como isso está sendo replicado para outros projetos

A segunda maior geração de resíduo na Caraíba é da lama de gesso. Convênios foram firmados com a UFBA para melhor caracterizá-la e identificar potenciais reaproveitamentos em outros segmentos produtivos, a exemplo do que ocorreu com a escória. Inclusive os testes estão sendo feitos pela mesma

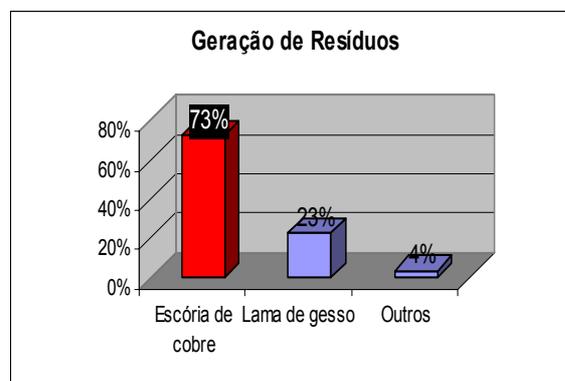


Fig. 5.1 Gráfico da Geração de resíduos na Caraíba

Fonte: CARAÍBA METAIS (2002)

cimenteira que hoje reaproveita a escória do cobre.

A inserção da área comercial para desenvolver novos mercados tem sido de extrema importância, pois os resíduos passam a ser vistos como oportunidades de negócios e incrementos de receitas. Pela característica peculiar de uma metalúrgica do cobre que transforma

em produto final somente 30% da sua matéria prima, a necessidade de identificar potenciais consumidores de seus subprodutos, praticando assim a simbiose industrial, tem sido de extrema importância para a melhoria dos seus índices de ecoeficiência.

O amadurecimento nas relações entre potenciais geradores e consumidores, passa pelo compartilhamento de informações técnicas e flexibilidade nas negociações comerciais. É importante que se discuta tecnicamente as possibilidades de modificações no processo gerador para reduzir um determinado poluente, para que uma corrente possa servir como matéria prima para outro processo consumidor. No caso da escória do cobre foram implantada duas etapas de processamento, uma de peneiramento e outra de secagem, para adequar a granulometria e teor de umidade dos subprodutos finais, adequando-se às especificações dos clientes.

Kincaid (2001) comenta que oportunidades de reaproveitamento de subprodutos no estudo de caso em Triangle J. foram identificadas durante visitas técnicas feitas por potenciais consumidores às instalações do gerador. Além disso, é necessário a quebra da relação “cliente x fornecedor” tradicional, onde o fornecedor estabelecia o valor de venda após determinar a sua margem de lucro, o que pode não atender às necessidades do cliente, ficando as duas partes sem negociação. A visão de “minha empresa” para “nossa empresa” (HATCH, 2001a) precisa ser praticada como forma de implantar os conceitos de parcerias onde o gerador pode reduzir o seu valor de venda ou até mesmo investir nas instalações do parceiro. Após o retorno do investimento ter sido recuperado, haver uma nova negociação no preço do subproduto.

5.2 Os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) das empresas do Pólo

Todos os empreendimentos com potencial de impacto ambiental devem elaborar o inventário de resíduos sólidos durante o seu processo de

licenciamento (BRASIL, 2002). Um banco de dados com as principais entradas e saídas do processo produtivo foi usado por Kincaid (1999), e Kincaid & Overcash (2001) para a implantação do sistema de Simbiose Industrial em Kalundborg. Analisou-se a possibilidade de se usar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS das empresas do pólo apresentado ao CRA³⁹ em fevereiro de 2002.

A forma como essas informações foram enviadas ao órgão ambiental não permite uma melhor análise em conjunto devido a sua heterogeneidade. Na medida que forem priorizados os princípios da não geração e da minimização, devem apontar e descrever as ações relativas ao manejo do resíduo, contemplando os aspectos referentes à minimização na geração, segregação, acondicionamento, identificação, coleta e transporte interno, armazenamento temporário, tratamento interno, armazenamento externo, coleta e transporte externo, tratamento externo e disposição final.

O PGRS deve ser elaborado pelo gerador dos resíduos e submetido à análise do CRA para aprovação. No mesmo, devem constar as três tabelas que identificam o gerador, seus resíduos e o plano de movimentação. Além disso, devem ser contemplados um programa de redução na fonte geradora, descrição do acondicionamento, coleta, estocagem, transporte, tratamento e um programa de educação ambiental para os colaboradores da empresa e terceirizados (Anexos C, D e E).

Analisando os PGRS de 24 empresas do pólo, Fonseca (2003) identificou a geração média mensal de resíduos sólidos perigosos no pólo em 3.040 t, e 55.926 t estocados temporariamente na Cetrel. Além disso, contabilizou a seguinte geração mensal:

³⁹ Conforme exigido no Art. 138 do Regulamento da Lei Estadual nº 7.799, de 07/02/2001, aprovado pelo Decreto Estadual nº 7.967, de 05/06/2001

Tab. 5.2 Geração de resíduos no Pólo de Camaçari (mensal)

Pallets	73 t		Lâmpadas fluorescentes	2.867 Unid
Bombonas	1.235 Unid		Óleo lubrificante	32 m ³
Tambores	724		Resíduo ambulatorial	1,1 t

Fonte: Fonseca (2003)

Baseado nesse documento de conhecimento público, foi elaborado pelo mestrando um banco de dados preliminar que pudesse concentrar as informações necessárias para identificar os potenciais de troca de subprodutos entre empresas geradoras e possíveis consumidoras. Uma das principais informações que precisam ser trabalhadas é a sua caracterização. Da forma como ela é feita hoje, procura-se identificar quais os contaminantes que podem impactar o ambiente quando for descartado. Na Simbiose Industrial, além da importância dessa informação, procura-se identificar quais as substâncias contidas no subproduto que tem potencial de reaproveitamento.

5.3 Empresas participantes

O critério de escolha das empresas participantes de projeto foi pelo envolvimento destas em projetos semelhantes, seu reconhecido desempenho ambiental e também pelo conhecimento pessoal do autor desta dissertação com os responsáveis da área ambiental. Das 15 empresas contactadas, 09 decidiram aderir fornecendo seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS. Manteve-se os antigos nomes (entre parênteses) das empresas que hoje são unidades da BRASKEM, pois os documentos refletem a antiga pessoa jurídica, conforme considerado pelo órgão executivo ambiental do estado – CRA. São elas⁴⁰:

⁴⁰ Informações de capacidade instalada de produção obtida em www.coficpolo.com.br acessado em jul de 2003

Tab. 5.3 Perfil das empresas parceiras

Empresa	Capacidade instalada de produção	Aplicação da produção
Braskem / Insumos Básicos (Copene)	Três milhões de t/ano de petroquímicos básicos; Utilidades (água, energia, vapor, ar comprimido)	Matéria prima para as empresas de segunda geração; Fornecimento para o Pólo de Camaçari.
Braskem / (OPP e Polialden)	195.000 e 160.000 t/ano respectivamente de resinas termoplásticas polietileno (PE) e polipropileno (PP)	Fabricação de embalagens, tubos para gás, água e telecomunicações, roupas hospitalares, seringas e fraldas descartáveis, móveis infantis, utensílios domésticos e eletroeletrônicos.
Braskem / (Trikem - CPC)	240.000 t/ano de monômeros e o policloreto de vinila (MVC e PVC)	Tubos e conexões, brinquedos, calçados, fios e cabos, esquadrias, forros, pisos e piscinas, entre outras.
Braskem / (Trikem - CQR);	65.000 t/ano de cloro ; 73.000 t/ano de soda	Produção de PVC, fármacos, defensivos agrícolas, produtos de limpeza doméstica e hospitalar; Fabricação de sabão, detergentes, metais e papel e celulose.
Braskem / (Propet)	60.000 t/ano de polietileno tereftalato (PET); 80.000 t/ano de DMT	Fabricação de embalagens para refrigerantes e medicamentos; Produto intermediário utilizado na indústria têxtil.
Braskem / (Nitrocarbono)	56.500 t/ano de Caprolactama; 97.000 t/ano de sulfato de amônio; 52.400 t/ano de ciclohexanona	Utilizada na fabricação de fio têxtil (nylon-66); Utilizado como fertilizante; Usada como solvente para tintas, pesticidas, resinas naturais, óleos e borracha.
Caraíba Metais	220.000 t/ano de cobre eletrolítico; 440.000 t/ano de ácido sulfúrico	Usado no segmento eletro-eletrônico; Insumos em indústrias em geral.
Politeno	140.000 t/ano de polietileno de baixa densidade	Caixas para garrafas de refrigerante, fios e cabos para televisão e telefone, sacaria industrial, tubos de irrigação, mangueiras, embalagens.
Acrinor	88.000 t/ano de Acrilonitrila	Fibras acrílicas utilizadas na indústria têxtil, resinas ABS, luvas resistentes a solventes

5.4 Identificação de oportunidades usando o banco de dados de subprodutos

Com o objetivo de saber se as informações necessárias para alimentar um banco de dados de Simbiose Industrial já estão disponíveis, foi elaborado um, baseado no PGRS emitido pelas empresas, em alinhamento à legislação. O Banco de dados aqui elaborado contém não apenas as informações básicas, mas uma caracterização dos subprodutos indicando os componentes

potenciais de reaproveitamento, principais contaminantes que poderão inviabilizar o seu uso como insumo ou matéria prima e o processo que o gerou.

Uma análise simplificada desse banco de dados construído (Apêndice I) mostrou alguns tipos de resíduos com potencial imediato de reaproveitamento externo. São eles:

- Embalagens

Tab.5.4 – Embalagens com potencial⁴¹ de reaproveitamento externo

Tipo	Vol (L)	Qtde gerada (ano)	Nº empresas geradoras	Produto contido
Barrica de papelão	50	325	1	PQ
Barrica plástica	50	87	1	PQ
Bombonas plásticas	Diversos	21.567	3	PQ
Contentedores	1.000	32	1	PQ
Tambores metálicos	200	1.920	3	PQ
Vidraria 1	diversos	2.000	1	PQ
Vidraria 2		2.700 kg	4	

PQ = Produtos químicos diversos

Para cada reuso deverá ser analisado a compatibilidade do produto contido com a nova função a que se destina. Adequa-se de uma forma geral ao armazenamento temporário de resíduos perigosos ou ao transporte de pequenas quantidades para aterro industrial ou mesmo incineração. A contabilização dos resíduos é feita de forma não padronizada pelas empresas por isso o item vidraria é informado em quilogramas por umas e em unidade de frascos por outras.

- Papel e Papelão

Foi contabilizada por uma empresa a geração de 1.380 m³/ano, cuja destinação não foi relatada, e em outras duas, informada a quantidade de 31 toneladas com reciclagem externa. Em todas elas esse tipo de resíduo gerado

⁴¹ Considerado como “potencial de reaproveitamento” a prática de reuso ou reciclagem do material na região.

está classificado como classe II – Não inerte, quando o esperado seria classe III - inerte.

- Lixo orgânico

É gerado nos refeitórios e foi contabilizado por cinco empresas, totalizando 1.400 m³/ano. Em todas elas o destino final é o aterro sanitário da LIMPEC. Formado por quatro origens: Restos da panela, sobras de pratos, materiais não aproveitados durante a produção das refeições e embalagens de alimentos adquiridos.

Um trabalho de minimização na fonte, com melhor planejamento, diminuiria o resto gerado “na panela”; uma maior conscientização do consumidor em colocar no prato somente aquilo que irá ingerir reduziria as sobras do prato; a aquisição de alimentos de melhor qualidade refletiria num menor desperdício na hora da preparação; e finalmente uma melhor logística de compras dos alimentos a granel reduziria a quantidade de embalagens. Somente após essa etapas de minimização é que teríamos a quantidade potencial para a prática da compostagem.

- Borras orgânicas

São geradas principalmente em limpezas de tanques e separadores de água e óleo. Contabilizaram 1.269 m³/ano em quatro empresas. O motivo da sua geração deveria ser alvo de estudos antes da sua destinação final. Em alguns casos o material particulado arrastado pela água de chuva e varrição das áreas, quando misturadas com emulsão de água e óleo, levam a precipitação da borra em sistemas separadores.

- Catalisadores

Compostos dos mais diversos tipos (cobalto-molibdênio, cromo, níquel, paládio, vanádio) são gerados por quatro empresas e totalizaram 93 m³/ano. A reativação dos seus sítios ou recuperação do metal nele contido não tem sido praticada em virtude do alto custo operacional (transporte e reativação / recuperação), pois a maioria é importada. Algumas empresas têm

condicionado a compra com a garantia de recebimento ao final da sua vida útil para não ter custo de destinação final.

- Lâmpadas fluorescentes

Contabilizado por cinco empresas, totalizaram 14.837. Fonseca (2003) identificou a geração de 34.400 lâmpadas anuais no pólo, o que viabiliza a formação de um pool para otimizar o seu transporte para recuperação.

- No grupamento de “Lamas” chamou a atenção a geração de 97.000 m³/ano de lama de gesso⁴² e cerca de 4.735 m³/ano de lama de clarificadores e torres de resfriamento. Lamas de bacias de emergência e contaminadas com hidrocarbonetos totalizaram 603 e 820 t respectivamente em três empresas.

- Outros resíduos gerados anualmente com potencial de reaproveitamento, após estudos específicos, poderiam ser:

- Alumina – 1.296 t (trióxido de alumina a 99%);
- Ciclohexano – 123 m³ (a 84% de concentração);
- Cinza de caldeira – 30 m³;
- Coque de pirólise – 120 m³;
- Escória granulada – 304.000 t;
- Resíduo com hidrocarbonetos – 1.113 t;
- Resíduo de quench – 168 t;
- Sílica gel + peneira molecular – 68 t (80% de dióxido de silício);
- Percloroetileno – 24 m³

O fato das unidades de medidas e nomes dados aos resíduos não serem padronizados pelas empresas geradoras, dificulta a análise do banco de dados, sendo necessária maiores informações com os técnicos das empresas para promover uma melhor interpretação. Outro ponto de melhoria identificado seria ter um maior cuidado na hora de classificar os resíduos, pois é comum encontrar a indicação como classe II e com o código NBR de classe

⁴² Projeto de recuperação da Lama de Gesso sendo executado em parceria com a UFBA, CETEM, FINEP.

III. Algumas empresas já indicam os principais contaminantes do resíduo o que poderá facilitar o seu reaproveitamento em outro processo produtivo.

Outra deficiência a ser trabalhada no futuro seria a inclusão da lista de entradas (matéria prima e insumos) nos processos de manufatura das empresas. Isso não só auxiliaria a reconciliação dos dados de balanço mássico, como identificaria potenciais consumidores de subprodutos de outras empresas (KINCAID, 1999).

5.5 Análise crítica do sistema existente de gerenciamento de resíduos para a implantação de uma proposta de Simbiose Industrial

O Pólo de Camaçari tem diversificado bastante suas atividades. Além do segmento petroquímico e químico, conta hoje com indústrias de bebidas, celulose, automotivas, autopeças, têxtil, metalúrgicas e agroquímicas. Essa diversidade aumenta o potencial de reaproveitamento de subprodutos entre diferentes cadeias produtivas. O caso de simbiose praticado pela Caraíba é um claro exemplo de como o processo de Gestão da Qualidade Total permeou o gerenciamento ambiental, priorizando a busca de soluções para um problema crônico de geração de resíduo, ainda que classificado como inerte. Conforme visto no item 5.1.1, os investimentos em pesquisa e intercâmbio com outras empresas de referência internacional, direcionaram para o uso da escória como aditivo na indústria cimenteira e como abrasivo na limpeza de superfícies metálicas. Para atender as especificações dos clientes, houve a necessidade de novas operações internas de peneiramento e desumidificação da escória do cobre, além de melhoria nos sistemas de transporte rodoviário e ferroviário.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS elaborado por todas as empresas do pólo e enviado ao CRA é um ponto de partida para alimentar um banco de dados, e com ele identificar o potencial de intercâmbio de subproduto. A sua utilização requer trabalho especializado no sentido de analisar as informações para aproveitamento dos “subprodutos” e não para descarte dos “resíduos”, como é a intenção hoje.

Mesmo assim, na amostragem realizada com os PGRS de algumas empresas, observou-se erros de classificação de resíduos, necessidades de padronização das unidades de medidas utilizadas, código e descritivo do resíduo. A não utilização de um código padrão que permita, por exemplo, agrupar os subprodutos por família dificultará o seu reaproveitamento. Outra deficiência a ser trabalhada no futuro seria a identificação da coordenada geográfica da fonte geradora para inclusão num sistema georeferenciado, o que permitiria uma melhor análise do custo do transporte entre o gerador e o consumidor.

A inclusão da lista de entradas (matéria prima e insumos) nos processos de manufatura, não só auxiliaria a reconciliação dos dados de balanço mássico, como identificaria potenciais consumidores de subprodutos por parte de outras empresas, objetivo final de um sistema de Simbiose Industrial.

No Pólo de Camaçari identificaram-se práticas, discutidas no item 2.4.11, que na sua maioria são caracterizadas como sendo do TIPO 1 da classificação proposta por Chertow (2000) (Práticas Fim de Tubo), algumas com programas institucionais que dão suporte ao TIPO 2 (Prevenção da Poluição) e umas poucas no TIPO 3 (Prevenção da Poluição com Simbiose Industrial). Esse baixo desenvolvimento de Simbiose Industrial deve-se ao total desconhecimento dos ganhos potenciais com a sua prática e a inexistência de um fórum de discussão onde os participantes pudessem trocar informações entre si. Outra barreira identificada é a forma sigilosa como que as empresas lidam com esse tipo de informação (geração de resíduos), com receio de prejudicar a sua imagem.

6 PROPOSIÇÕES

Para o planejamento de uma rede de Simbiose Industrial no Pólo de Camaçari, análises econômicas, técnicas, ambientais e de regulamentações devem ser discutidas entre os diversos segmentos interessados.

É importante determinar o potencial de benefícios econômicos que os participantes terão para que sejam alocados os recursos humanos e materiais necessários. Há necessidade de se realizar uma análise técnica para se identificar as tecnologias ambientais disponíveis e a sua adequação aos parâmetros ambientais desejados. Além disso, o constante aumento das restrições ambientais fomenta o aprimoramento de inovações tecnológicas e gerenciais. As regulamentações ambientais e fiscais geram dificuldades à prática do intercâmbio de subprodutos ao exigir o mesmo tipo de procedimento que os resíduos, no que diz respeito aos processos burocráticos de licenciamento (transporte e destinação); além da incidência de impostos e taxas como se matéria prima fossem.

Alguns fatores são decisivos para a implantação de um projeto de Simbiose Industrial, como:

- A disposição da comunidade industrial em trabalhar projetos coletivos através do compartilhamento das informações e o seu envolvimento na busca de soluções que priorizem o conjunto;
- O perfil econômico da região e a localização das empresas;
- E a visão política e ambiental dos participantes levando à flexibilidade na legislação ambiental e fiscal.

Para desenvolver o processo de discussão em torno da Simbiose Industrial, sugere-se a formação de um comitê gestor para conduzir o processo e um fórum reunindo empresas, governo, academia e outras instituições parceiras. Poderão ser formados grupos de trabalho com os seguintes objetivos:

- Grupo Técnico = Terá como principal objetivo a identificação contínua das sinergias entre as diversas empresas parceiras e desta com outros segmentos produtivos;
- Grupo Normativo = Tem por objetivo identificar as barreiras legais que dificultam a implementação de sinergias, podendo ser fiscais, normativas ou financeiras, com claro envolvimento de instituições executivas ambientais e tributárias, além de criar os mecanismos de segurança necessária à prática da Simbiose Industrial;
- Grupo de Comunicação = Deverá promover seminários e encontros regulares com o objetivo de identificar e atrair novos parceiros.

Detalhando as atividades do comitê gestor e dos grupos de trabalho, temos:

- Ao Comitê Gestor caberá a escolha do tipo de coordenação executiva que o processo adotará. Gertler (1995) exemplificou os três tipos mais comuns adotados em experiências bem sucedidas mundo afora e já visto no Ítem 3.10.

O tipo “Coordenação interna” é praticada por algumas empresas ou entre unidades pertencentes ao mesmo grupo de negócios. Isso foi possível devido ao fluxo de informações técnicas e a busca mais pelo reaproveitamento econômico do subproduto do que pelo controle dos poluentes. Retorno de correntes residuárias de etileno ao próprio gerador, reuso de correntes ácidas para neutralização de corrente alcalina em outra unidade do mesmo grupo, são exemplos de Simbiose Industrial já praticados, porém de pouca magnitude diante do potencial que se vislumbra para o complexo em estudo.

O que parece ser mais factível à realidade do pólo é o definido como “Coordenação externa”, onde ou o Comitê de Fomento Industrial de Camaçari – COFIC ou a Cetrel poderia assumir esse papel, respaldado pelo Grupo Técnico com representantes não só das empresas, mas também do CRA e instituições de pesquisa. Esse modelo seria o de menor

esforço coletivo uma vez que grande parte das informações de alguma forma já são de conhecimento do COFIC ou da Cetrel.

O Tipo “Coordenação de terceiros (*BROKER*)” pode também ser a solução desde que tenha em seu quadro de colaboradores não só representantes comerciais, mas também especialistas no tema em questão. De certo modo ela já é praticada de forma pontual, como exemplos, temos o reaproveitamento de sucata ferrosa feito por diversos sucateiros e o óleo lubrificante coletado pela empresa de re-refino Lwuart. Empresas com esse perfil poderiam ser desenvolvidas entre as existentes na região ou criadas dentro de programas de incubadoras tecnológicas.

Óleo comestível usado, madeira, bombonas plásticas entre outros, são subprodutos potenciais de serem negociados.

- Ao Grupo Técnico, sugere-se algumas ações que viabilizariam a Simbiose Industrial em outras experiências, são elas:
 - Elaborar um sistema de informações de subprodutos de forma transparente, com a quantidade gerada e a especificação de correntes que possam viabilizar seu reaproveitamento em outra empresa. Para isso é necessário conhecer:
 - A fronteira do sistema e os participantes;
 - O fluxo material e energético das empresas;
 - Qualidade e confiabilidade na especificação das correntes;
 - Normas e legislações a que estão submetidas;
 - Desenvolver a credibilidade e boa vontade entre os parceiros, favorecendo o intercâmbio de subprodutos;
 - Criar canais de comunicação abertos entre as empresas e instituições parceiras (acadêmicas e governamentais);
 - Incentivar parcerias com instituições intermediárias (brokers) que viabilize a segregação, envasamento e o fracionamento do subproduto, de acordo com o perfil do consumidor;
 - Desenvolver a visão gerencial e comercial em prol da coletividade (nossa empresa) em detrimento da individual (minha empresa);

- Elaborar um mapa georeferenciado (SIG) contendo as informações dos parceiros, estradas rodo-ferroviárias, facilitando assim sua identificação e localização física na região;
- Atrair fontes de recursos através de projetos cooperativos envolvendo agências de fomento a pesquisa, empresas e instituições acadêmicas;
- Ao grupo Normativo
 - Pesquisar ferramentas de valoração dos impactos ambientais que levem as empresas a reconhecerem as externalidades ligadas a seus resíduos;
 - Propor modelos de licenças ambientais tipo guarda-chuva onde um grupo de empresas pode negociar a redução das emissões coletivamente;
 - Propor formas de redução de impostos para os subprodutos que estejam substituindo matéria prima ou insumos nos processos produtivos;
 - Estudar a flexibilidade no trânsito de subprodutos entre municípios, assim como na uniformização de documentos de controle e impostos incidentes sobre os mesmos;
 - Sugerir a inclusão de dados que se refiram a informações estruturadas por processo para melhor identificar os pontos de geração de resíduos incluindo as entradas de matérias primas e insumos. Essas informações são consideradas no CONAMA 313/2002 e não aparecem nos PGRS enviados ao CRA;
 - Atuar junto ao CRA na elaboração do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Industriais cujo prazo encerra-se em outubro de 2004;
 - Participar junto ao CRA na elaboração do Programa Estadual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, onde além da ênfase de prevenção na fonte, seria fomentada a Simbiose Industrial de forma regional.
- Ao Grupo de Comunicação
 - Realizar eventos para divulgar os casos de sucesso e incentivar a busca contínua de novos parceiros;

- Elaborar um plano de marketing para o pólo de Camaçari, contemplando a estrutura de um ecoparque industrial com ênfase na Simbiose Industrial para os resíduos sólidos, a exemplo do realizado no estado do Rio de Janeiro;

Além dessas sugestões aos grupos de trabalho, foram identificadas as formas como o setor público pode alavancar a prática da Simbiose Industrial:

- Desenvolver mecanismos de incentivo financeiro. É a forma de apoio mais comum, através da destinação de recursos para a formação de cooperativas, grupos de trabalho com o objetivo de alavancar as oportunidades de mercado e competitividade. O programa de criação da rede do estado do Oregon/EUA analisa projetos que envolvem mais de três empresas, oferecendo oito horas de consultoria para a formação do projeto (LOWE, 2001);
- Formar cadastros de consultores de rede. A Dinamarca formou 40 consultores para implementar redes de intercâmbio em todo o país (LOWE, 2001);
- Identificar arranjos produtivos (cluster) que possa alavancar a formação de um ecoparque industrial com ênfase na Simbiose Industrial para resíduos sólidos, ou instituições (associações de classe, federações setoriais) que consigam aglutinar empresas em torno desse conceito.

7 CONCLUSÕES

O tema final desta dissertação teve algumas “mudanças de rumo” para adequar à realidade das informações obtidas nas pesquisas. A não inclusão das correntes líquidas no estudo de Simbiose Industrial, inicialmente prevista, deveu-se a falta de qualidade e padronização das informações disponíveis nos balanços hídricos das empresas. Apenas 09 das 15 empresas contactadas, concordaram em fornecer os dados de geração de resíduos para a formatação do banco de dados. Uma maior abertura por parte das empresas precisa ser trabalhada no sentido da plena divulgação de informações ambientais. Mas, ao mesmo tempo é importante que a imprensa divulgue não somente notícias de emergências e degradação ambiental, mas também casos de sucesso, entre eles os que retratem experiências de Simbiose Industrial. Espera-se que o setor produtivo juntamente com as instituições de pesquisa, passem a ver os “problemas de geração de resíduos”, como “oportunidades de melhoria” levando a uma redução nos seus custos de produção e impactos ambientais. A boa receptividade dos profissionais das empresas participantes e do órgão ambiental, assim como os acadêmicos envolvidos, ao longo desta pesquisa, levaram a um processo de aprimoramento das relações institucionais e a uma divulgação das idéias aqui contidas, o que potencializa a implantação das medidas recomendadas em programas interinstitucionais, base para a inserção da S.I. entre empresas.

A Simbiose Industrial é uma ferramenta útil para a minimização dos impactos ambientais causados pelas correntes residuais, uma vez que se destina a reinseri-las em outros processos produtivos e com isso, eliminar os custos de adequação, destinação final ou temporária, como aterros domésticos e industriais.

Para tanto há necessidade de 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, localização das empresas, entre outras; e um corpo técnico competente para identificar sinergias entre geradores e consumidores na região.

A gestão dessas informações ainda é um dos principais pontos a serem trabalhados nas empresas. O livre acesso às informações ambientais ainda é uma questão que gera controvérsias. Uma das preocupações externadas pelos representantes das empresas no último encontro realizado no COFIC era de que haveria uma necessidade de amadurecimento das instituições privadas para que as informações fluíssem aos interessados de forma natural, e das instituições de pesquisa em tratá-las de forma técnica, evitando assim que elas fossem usadas indevidamente pela mídia com o intuito de prejudicar a imagem dos geradores.

Os geradores que adotam a prática da S.I. são aqueles que visam o ganhos coletivos em detrimento do exclusivo ganho individual (visão de “*nossa empresa*” em vez de “*minha empresa*” (HATCH, 2001a)). Isso requer muitas vezes investimentos para a adequação de algum parâmetro poluente da corrente residual para a aceitação pelo consumidor. Parcerias deste tipo têm levado a formação de estruturas de negócios onde a variável econômica e legal são preponderantes para a sua consolidação, tanto para viabilizar a comercialização (Custo x Benefício), como para legalizar o intercâmbio (licenças ambientais).

Os instrumentos legislativos têm importante papel nessa jornada, uma vez que as informações sobre geração de resíduos, matérias primas e insumos consumidos pelas empresas, na prática ainda não estão disponíveis ao público. A Lei N^o 10.650, de abril de 2003, que dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, visa atender a essa demanda. Para isso, procedimentos administrativos que garantam o objeto dessa lei precisam ser implantados pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente.

O CRA também deverá rever os Termos de Referência para a elaboração dos PGRS, passando a contemplar as informações solicitadas na resolução CONAMA 313/2002, que estabelece prazos para cada estado elaborar seu Inventário de Resíduos Industriais até o final de 2004, e os Programas Estaduais de Gerenciamento de Resíduos Industriais em 2005. Finalmente, o Plano Nacional de Resíduos Industriais deverá ficar pronto em 2006. Para a elaboração do PGRS,

cada empresa deve listar não somente os resíduos gerados como também as matérias primas e insumos consumidos por processo produtivo, além das coordenadas geográficas das fontes geradoras.

O CONAMA 313/2002 torna-se uma importante ferramenta para a elaboração de um sistema de informação com o foco em Simbiose Industrial, potencializando o reaproveitamento de subprodutos em outros processos produtivos.

Outro instrumento normativo importante para a prática da Simbiose Industrial é o Decreto Estadual 7.967/2001. Se por um lado, esse decreto limita o emprego de resíduo perigoso como matéria prima e fonte de energia, bem como a sua incorporação em materiais, substâncias ou produtos, à aprovação do CRA (artigo 140), estabelece que caberá à unidade receptora a responsabilidade pela correta e ambientalmente segura gestão do resíduo recebido (artigo 137), desde que devidamente licenciada para isto. Portanto a prática da Simbiose Industrial já está sendo contemplada pelas mais recentes leis emitidas a nível federal e estadual.

A existência de diferentes ramos de empresas (petroquímica, química, metalúrgica, têxtil, bebidas, fertilizante, serviços, entre outras) na região, facilita o desenvolvimento de parcerias entre os geradores e consumidores de resíduos. A proximidade entre as empresas também é um fator preponderante que poderá otimizar o fluxo de massa entre os parceiros, assim como a formação de recursos humanos especializados no aproveitamento de resíduos sólidos industriais.

A S.I. tem sido praticada de diversas maneiras pelas empresas, porém de forma isolada. Varia do simples recolhimento de materiais recicláveis (papel, plástico, papelão, metais ferrosos) até o desenvolvimento de processos consumindo correntes residuais. Um exemplo é o reaproveitamento da escória do cobre gerada pela Caraíba Metais. Através de parcerias com centros de pesquisa nacional, foi desenvolvida a aplicação da mesma nas indústrias cimenteira e naval, destinando assim cento e vinte mil toneladas em 2003. Outro exemplo identificado foi a produção de dez mil toneladas/ano de sulfato de amônio, pela Proquigel. O seu uso como fertilizante evita que essa quantidade de matéria seja incinerada, eliminando assim a emissão de gases precursores da chuva ácida (óxidos de enxofre e

nitrogênio) para a atmosfera. Ambos os casos foram desenvolvidos com os recursos humanos da região.

Algumas experiências bem sucedidas na prática da S.I. apontam para a necessidade de se criar uma instituição, sem fins lucrativos, para gerenciar esse processo. Foi assim em Triangle J. / EUA (KINCAID e OVERCASH, 2001;) e nas Filipinas (FRIO, 1998), onde o aporte de recursos governamentais foi decisivo para a sua implantação.

Outra forma identificada foi através de um “broker”, empresa que intermediasse técnica e comercialmente o intercâmbio do subproduto até a sua implantação (YOUNG, 1999; HATCH, 1998; HATCH 2001a; HATCH 2001b; HATCH 2002). Nesse caso identifica-se as experiências do México, EUA e Canadá, onde a participação de órgãos de classes alavancou a participação de empresas conveniadas, criando um grupo de empresas que mantivesse a sustentabilidade econômica do “broker”.

O Pólo de Camaçari conta com uma instituição que representa os interesses das empresas do Pólo (Comitê de Fomento Industrial de Camaçari – COFIC) e uma empresa de competência reconhecida nacionalmente na área de gestão de resíduos (Cetrel – Empresa de Proteção Ambiental), isso facilita a implantação de uma coordenação de programas de S.I., qualquer que seja a forma a ser adotada. Outro fator importante a se ressaltar é a existência de incubadoras de empresas tecnológicas na região, o que poderá agilizar a inserção de novos empreendedores que desejem atuar no reprocessamento de correntes residuais.

A proposta apresentada nesse trabalho sugere a formação de um comitê gestor para conduzir o processo de S.I. na região do Pólo, juntamente com grupos de discussão formados pelas partes interessadas envolvendo as empresas, instituições acadêmicas, de pesquisas, governamentais estaduais e municipais, com focos em temas específicos (técnicos, econômicos, normativos e de comunicação).

Esse comitê gestor atuaria como articulador para incrementar sinergias entre os parceiros, na identificação de ações internas à geradora, entre empresas da região, e até mesmo identificando oportunidades para que a academia e empresas de

consultoria viabilizassem através da pesquisa e comercialização, o reaproveitamento dessas correntes residuais.

Torna-se imprescindível, conforme citado no Item 2.5, uma análise técnico-econômica para dimensionar os ganhos e os recursos humanos e materiais necessários, assim como a tecnologia disponível e os parâmetros ambientais desejados. Além disso, o acompanhamento da legislação ambiental, cada vez mais restrigente e a ampla divulgação de casos bem sucedidos têm atraído a adesão de outros parceiros, contribuindo assim para a disseminação dos conceitos da Simbiose Industrial.

O grande desafio será mobilizar as partes interessadas visando não somente os ganhos individuais, mas ganhos para a coletividade. O CRA terá importante papel dentro desse comitê, como incentivador de programas de minimização de impacto ambiental causado pela geração de resíduos sólidos, e incluindo os conceitos de Simbiose Industrial quando da elaboração do Programa Estadual de Gerenciamento de Resíduos Industriais previsto para outubro de 2005 (BRASIL, 2002). A visão desses órgãos governamentais deveria mudar de “fiscalizadores” para “incentivadores” de melhoria e inovação ambiental.

A academia apoiaria a pesquisa, adotando o reaproveitamento das correntes residuais como tema em estudos de viabilidade econômica, técnica e ambiental, e capacitando também seus recursos humanos para a aplicação desses conhecimentos em outros setores produtivos.

As empresas geradoras e consumidoras seriam as partes mais importantes e interessadas nesse processo de Simbiose Industrial uma vez que todas as informações partiriam delas, através dos seus inventários de resíduos sólidos industriais.

O Inventário de Resíduos será parte fundamental nesse processo pois a partir dele se definirá as prioridades e estratégias para a comercialização dos subprodutos identificados.

A velocidade de implantação de um S.I., quer seja ela coordenada por uma organização com ou sem fins lucrativos, deverá ser diretamente proporcional com a cobrança da sociedade na minimização dos impactos ambientais. Sociedades mais

organizadas com representantes ativos nas esferas governamentais possuem instrumentos legislativos que demandam uma atuação mais efetiva na gestão dos resíduos industriais.

8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Durante o período dessa dissertação outras sugestões foram surgindo, e para não desviar do objetivo desse trabalho, foram sendo armazenadas e agora discutidos como temas para outras monografias e dissertações do mestrado profissional, são elas:

- 8.1 Replicar os conhecimentos adquiridos de um sistema de Simbiose Industrial com foco em resíduos sólidos, para efluentes líquidos, principalmente com correntes ácidas e alcalinas;
- 8.2 Identificar os instrumentos normativos governamentais (Federal, Estadual e Municipal) que podem incentivar o desenvolvimento e gerenciamento de um ecoparque com ênfase em Simbiose Industrial;
- 8.3 Identificar os tipos de arranjos produtivos e de serviços necessários para a implantação de um plano de ação regional para fomentar a simbiose industrial entre essas empresas, e destas com as comunidades circunvizinhas ao Pólo;
- 8.4 Desenvolver um sistema informativo de gerenciamento de resíduos adequando para a realidade local, baseado nos softwares em teste nos Estados Unidos.
- 8.5 Identificar no efluente final do Pólo o poluente que prioritariamente deve ter sua rota monitorada e para isso aplicar a metodologia de Análise de Fluxo de Substância - SFA;

REFERÊNCIAS

ABUYUAN, Alethea et al. Waste Equals Food: Developing a Sustainable Agriculture Support Cluster for a Proposed Resource Recovery Park in Puerto Rico, **Yale School of Forestry & Environmental Studies**, New Haven, Connecticut, Bulletins Series # 106, 2002. Disponível em <http://www.yale.edu/environment/publications/>. Acesso em: jan.2003

ALEXANDER, Daniel et al. Food Cycling within New Haven, Connecticut: Creating Opportunities for Economic, Civic, and Environmental Progress through Industrial Symbiosis, **Yale School of Forestry & Environmental Studies**, New Haven, Connecticut, Bulletins Series # 106, 2002. Disponível em <http://www.yale.edu/environment/publications/>. Acesso em: jan.2003.

ANASTAS, P. T.; Warner, J. **Green Chemistry: Theory and Practice**. Oxford University Press: Oxford, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Classificação de Resíduos. Rio de Janeiro, 1987. 48 p.

BAAS, Leo. Cleaner production and industrial ecosystems: a Dutch experience. **Journal of Cleaner Production**, v. 6, n. x, p. 189-197, 1998.

BAAS, Leo. **Cleaner production, industrial ecology and sustainability: Reflections on the life cycle and learning processes of new concepts**. In: SEMINÁRIO INAUGURAL DA SOCIEDADE INTERNACIONAL PARA A ECOLOGIA INDUSTRIAL, nov.2001, Leeuwenhorst,/Holanda. (recebido por e-mail)

Bahia, **Decreto Lei 7.967**, de 05 de junho de 2001. Regulamenta e detalha a Lei Estadual N° 7.799 que institui a Política Estadual de Administração dos Recursos Ambientais e dá outras providências. Disponível em <http://www.cra.ba.gov.br> . Acesso em: jan.2002.

BARBOSA, Aurinézio Calheira. **Responsabilidade Social Corporativa do Pólo Industrial de Camaçari**: A Influência do Conselho Comunitário Consultivo. 2003. 146 f. Dissertação (Mestrado profissional) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

BARTELMUS, Peter; VESPER, Andre. **Green accounting and material flow analysis: Alternatives or complements?**, 2000 Disponível em <<http://www.wupperinst.org>>. Acesso em: jan.2002

BECKER, Susan et al. AES-Thames and the Stone Container Corporation: The Montville Eco-Industrial System, **Yale School of Forestry & Environmental Studies**, New Haven, Connecticut, Bulletins Series # 106, 2002. Disponível em <http://www.yale.edu/environment/publications/>. Acesso em: jan.2003

BENNETT, Elizabeth B. et al. Clark Special Economic Zone: Finding Linkages in an Existing Industrial Estate, **Yale School of Forestry & Environmental Studies**, New Haven, Connecticut, Bulletins Series # 106, 2002. Disponível em <http://www.yale.edu/environment/publications/>. Acesso em: jan.2003

BERTRAM, M; GRAEDEL, Thomas E. The Contemporary European Copper Cycle: Waste Management Subsystem. **Ecological Economics**. v. 42, p. 43-57, 2002.

BOONS, Frank; JANSSEN, Marco A. **Stimulating eco-industrial parks in Netherlands**: A critical analyses of current policies. In: Seminário inaugural da International Society for Industrial Ecology, 2001. Leiden – Holanda.

BOONS, F.A.A.; BAAS, L. W. Types of industrial ecology: the problem of coordination, **Journal of Cleaner Production**, v. 5, p. 79-86, 1997.

BOUMAN, M. et al. Material Flows and Economic Models: An analytical comparasion of SFA, LCA and equilibrium models. **Centre of Environmental Science**, Leiden University. 1999. Disponível em: <<http://www.leidenuniv.nl/interfac/cml/ssp/>>. Aceso em: jan.2003

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 313**, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Publicação DOU: 22/11/2002 Disponível em <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: set.2003.

_____, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 258**, de 30 de junho de 1999. Determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequada aos pneus inservíveis. Publicação DOU: 02/12/1999. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: set.2003.

_____, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 09**, de 31 de agosto de 1993. Estabelece definições e torna obrigatório o recolhimento e destinação adequada de todo o óleo lubrificante usado ou contaminado. Publicação DOU: 01/10/1993. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: set.2003.

CAMPBELL, Stephanie et al. Yale University Electronics Recycling, **Yale School of Forestry & Environmental Studies**, New Haven, Connecticut, Bulletins Series # 106, 2002. Disponível em <<http://www.yale.edu/environment/publications/>>. Acesso em: jan.2003

CARAÍBA METAIS S.A., **Prêmio FIEB de Desempenho Ambiental: Reaproveitamento da Escória Granulada do Cobre**, 2002, Salvador-BA, 33 p.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS – CNTL. **Apostilas do Curso de Formação de Consultores na Metodologia de P+L**, Porto Alegre, 2000.

CERCAL, Shelton Rolim; PAWLOWSKY, Uivald. **Análise matemática do valor global de um resíduo**. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org>>. Acesso em: maio.2003

CHEN et al, **The Planning and Design of Eco-Industrial Parks in China**, International Conference on Cleaner Production, Beijing, China, sept. 2001. Disponível em <http://www.chinacp.com/eng/cpconfer/iccp01/iccp20.html>. Acesso em: fev.2002.

CHERTOW, Marian R. Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. **Annual Review Energy Environment**, n.25, p. 313-337, 2000.

CHIU, Antony S. F. **Ecological industrial network strategy in Asian industrial development**. In: SEMINÁRIO INAUGURAL DA SOCIEDADE INTERNACIONAL PARA A ECOLOGIA INDUSTRIAL, nov.2001, Leewenhorst/Holanda. (recebido por e-mail)

COTE, R. P.; SMOLENAARS, T. Supporting pillars for industrial ecosystems, **Journal of Cleaner Production**, v. 5, p. 67-74, 1997.

COFIC. Comitê de Fomento Industrial de Camaçari. Apresenta dados sobre o Pólo Petroquímico de Camaçari. Disponível em <http://www.coficpolo.com.br>. Acesso em: jul.2003.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB, **Manual para Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição**, 4. ed. São Paulo, 2002.

_____(2), **Glossário**, Disponível em http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/prevencao_poluicao/conceitos.asp. Acesso em: fev.2002

COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPÉIA. **2000D0532 – EN** Lista de Resíduos Perigosos. Bruxelas, 2002

Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em <http://www.wbcsd.org>. Acesso em: fev.2002.

COTE, Raymond P.; COHEN-ROSENTHAL, E. Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. **Journal of Cleaner Production**, v. 6, n. x, p.181-188, 1998.

DESROCHERS, Pierre. Eco-Industrial Parks: The case for private planning. **The Independent Review**, v. 5, n. 3, p. 345-371, 2001.

DESROCHERS, Pierre. Cities and Industrial Symbiosis: Some Historical Perspectives and Policy Implications, **Journal of Industrial Ecology**, v. 5, p. 29-44, 2002.

DIAS, Sabrina; YATES, Roger. **Advancing Cooperative BPS Programs between Canada, Mexico & USA**. Relatório final produzido pela HATCH. 2001. Disponível em: < http://www.hatch.ca/sustainable_development/>. Acesso em: mar.2002

DRUMMOND, Kira et al. Efficacy of Industrial Symbiosis for Food Residues in the Greater New Haven Area, **Yale School of Forestry & Environmental Studies**, New Haven, Connecticut, Bulletins Series # 106, 2002. Disponível em <http://www.yale.edu/environment/publications/>. Acesso em: jan.2003

DUCHIN, Faye. Input-Output Analysis and Industrial Ecology. **The Greening of Industrial Ecosystems**, The National Academies Press, p. 61-68, 1994. Disponível em: <<http://www.nap.edu/books/0309049377/html/>> Acesso em: set.2003.

EHRENFELD, John Industrial ecology: a framework for product and design. **Journal of Cleaner Production**, v. 5, n. x, p. 87-95, 1997.

ERKMAN, S.; RAMASWAMY, R. Industrial Ecology: a New Cleaner Production strategy. **UNEP Industry and Environment**, p. 64-67, jun.2001.

FLEIG, Anja-Katrin. **Eco-Industrial Parks: A strategy towards industrial ecology in developing and newly industrialized countries**. Projeto de cooperação técnica

entre a Alemanha e Tailândia para a implantação de um ecoparque, 2000. Disponível em: <<http://www.gtz.de/utk>>. Acesso em: jan.2002

FONSECA, Teresa M. Lisboa. **Gestão de Resíduos Sólidos Perigosos: Diagnóstico das Indústrias do Pólo de Camaçari**. 2003. 173 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília - UnB.

FONSECA, Yone Melo de Figueiredo; RIBEIRO, Maria Cristina; NASCIMENTO, Mauro César Pinto. **Bolsa de resíduos em Minas Gerais e em outros estados do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cepis.ops-oms.org>>. Acesso em: maio.2003.

FRIO, Ma. Mutya L. **PRIME Project**. Disponível em: <http://www.members.tripod.com/ieprime/bpx.htm>. Acesso em: jan.2001.

GARNER, Andy; KEOLEIAN, Gregory A. **Industrial Ecology: An introduction**. Universidade de Michigan. 1995. Disponível em: <<http://www.umich.edu/~nppcpub>>. Acesso em: jul.2002.

GERTLER, Nicholas. **Industrial Ecosystems: Developing Sustainable Industrial Structures**. 1995. 88 f. Master in Science Thesis, Massachusetts Institute of Technology - MIT.

GRAEDEL, Thomas E.; BERTRAM, M. The Contemporary European Copper Cycle: The characterization of technological copper cycles. **Ecological Economics**. v. 42, p. 9-26, 2002.

GREENPEACE. **Produção Limpa: Uma Estratégia para uma América Latina Livre de Substâncias Tóxicas**. 2000. Disponível em: <<http://teclim.ufba.br/~jsfurtado/producao/Greenpeace%20prodlimpa.pdf>>. Acesso em: jan.2001

GROSS, Deborah et al. New Milford Farms and Organic Residue Recycling, **Yale School of Forestry & Environmental Studies**, New Haven, Connecticut, Bulletins

Series # 106, 2002. Disponível em <http://www.yale.edu/environment/publications/>. Acesso em: jan.2003

HARDY, Catherine et al. Integrated Bio-Systems: Mushrooming Possibilities, **Yale School of Forestry & Environmental Studies**, New Haven, Connecticut, Bulletins Series # 106, 2002. Disponível em <http://www.yale.edu/environment/publications/>. Acesso em: jan.2003

HATCH. Alberta By-Product Synergy Project. 1998. Disponível em: <http://www.hatch.ca/sustainabledevelopment/articles/albertabps.pdf>. Acesso em: jan.2003.

HATCH. Montreal By Product Synergy Project. 2001b. Disponível em: <http://www.hatch.ca/sustainabledevelopment/articles/montrealbpsr1.pdf>. Acesso em: jan.2003.

HATCH. North Texas By Product Synergy Project. 2001a. Disponível em: <http://www.hatch.ca/sustainabledevelopment/articles/northtexasbpsreport.pdf>. Acesso em: jan.2003.

HATCH. Golden Horseshoe By Product Synergy Project. 2002. Disponível em: http://www.hatch.ca/sustainabledevelopment/articles/golden_horseshoebpsreport.pdf. Acesso em: jan.2003.

HATCH; STRATOS INC. Consultation on a Canadian Resource Recovery Strategy. 2002. Disponível em: <http://www.recycle.nrcan.gc.ca>. Acesso em: jan.2003.

HUESEMANN, M. H. The Limits of Technological Solutions to Sustainable Development, **Clean Technology Environmental Policy**, v. 5, p. 21-34, 2003.

HUYBRECHTS, D. et al. The role of ecobalance in environmental decision-making, **Journal of Cleaner Production**, v. 4, p. 111-119, 1996.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework – ISO 14040**. Geneve: ISO, 1997, 12p.

_____. **Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis – ISO 14041**. Geneve: ISO, 1998, 22p.

_____. **Environmental management – Life cycle impact assessment – ISO 14042**. Geneve: ISO, 2000a, 29p.

_____. **Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation – ISO 14043**. Geneve: ISO, 2000b, 14p.

JACOBSEN, Henrik; KRISTOFFERSEN, Merete. Case studies on waste minimisation practices in Europe, **Relatório de projeto da European Environmental Agency**, 2002. Disponível em:<<http://europa.eu.int>>. Acesso em: mar.2002

JOHNSON, Susan et al. Wallingford, Connecticut Eco-Industrial Park: A Question of Scale, **Yale School of Forestry & Environmental Studies**, New Haven, Connecticut, Bulletins Series # 106, 2002. Disponível em <http://www.yale.edu/environment/publications/>. Acesso em: jan.2003

JURAS, Ilidia da A. G. Martins. **A questão dos resíduos sólidos na Alemanha, na França, na Espanha e no Canadá**. Nota técnica emitida como trabalho de consultoria para a Câmara dos Deputados. Brasília. 2001. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/internet/diretoria/conleg/notas/108990.pdf>>. Acesso em: mar.2003.

KINCAID, Judy. **Triangle J Council of Governments: Industrial Ecosystem Development, Project Report**, 1999. Disponível em: <<http://www.tjcog.dst.nc.us/TJCOG/>>. Acesso em: nov.2001.

KINCAID, Judy; OVERCASH, Michael. Industrial Ecosystem development at metropolitan level. **Journal of Cleaner Production**, v. 5, n. x, p. 117-126, 2001.

KORHONEN, Jouni. **Industrial Ecosystem: Using the material and energy flow model of an ecosystem in an industrial system**. 131 p. 2000. Doctoral (PhD) Thesis, University of Jyväskylä - Finlândia.

KORHONEN, Jouni. Two path to industrial ecology: Applying the product-based and geographical approaches. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 45 (1), p. 39-57, 2002

KORHONEN, Jouni; SNAKIN, J. P. An anchor tenant approach to network management: considering regional material and energy flow networks. **International Journal Environmental Technology and Management** v.1, p. 444-463. 2001

LANKEY, Rebecca L.; Anastas, Paul T. **Green Chemistry and Engineering: Applications for Industrial Ecology**, Proceedings of the Virginia Tech College of Engineering Green Engineering Conference, 2001.

LIMA, Angela Maria Ferreira. **Estudo da Cadeia Produtiva do Polietileno Tereftalato (PET) na região Metropolitana de Salvador como Subsidio para a Análise do Ciclo de Vida**. 2001. 96 f. Monografia do Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo. Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia, Salvador.

LOWE, Ernest. Creating by-product resource exchanges: strategies for eco-industrial parks. **Journal of Cleaner Production** v. 5, p. 57-65, 1997.

LOWE, Ernest A. **Eco-Industrial Park Handbook for Asian Developing Countries**. 2001. Disponível em: <<http://www.indigodev.com>>. Acesso em: Jun.2002.

MARCONDES, Ayrton César. **Ecologia**. 3. Ed. São Paulo: Atual editora LTDA, 1998. 210 p.

MARINHO, Maerbal Bittencourt. **Novas relações sistema produtivo / meio ambiente - do controle a prevenção da poluição**. 2001. 198 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, Escola Politécnica – Universidade Federal da Bahia.

MARTIN, Sheila A. et al. **Eco-Industrial Parks: A Case Study and Analysis of Economics, Environmental, Technical, and Regulatory Issues**. EPA, 1996. Disponível em: <http://www.rti.org/pubs/fieldbook_summary.pdf> Acesso em: Mar.2002.

MATTHEWS, E. et al. **The Weight of Nations - Material Outflows from Industrial Economies**. World Resource Institute. 2000. Disponível em: <http://pubs.wri.org/pubs_pdf.cfm?PubsID=3023>. Acesso em: Mar.2002.

MOLL, Stephan; BRINGEZU, Stephan; SCHUTZ, Helmut. **Resource use in European countries: An estimate of materials and waste streams in the community, including imports and exports using the instrument of material flow analysis**. Projeto de cooperação entre a DG Environment - Estratégia temática no uso sustentável de fontes e a European Topic Centre on Waste and Material Flows (ETC-WMF), 2003 (recebido por e-mail)

MOURA, W. A. **Utilização de escória de cobre como adição e como agregado miúdo para concreto**. 2000, 454 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.

_____. **Utilização da Escória de Cobre na Construção Civil**. 1993, 65 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana - BA.

_____. **Utilização da Escória Metalúrgica do Cobre na Construção Civil**. TECBAHIA CEPED, Camaçari, v.9, n.2, p.22-27, mai/ago 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA. **Design for Environment Guide**. 2002. Disponível em <<http://www.nrc-cnrc.gc.ca/dfe/ehome/ehome.html>>. Acesso em: jan.2003.

OBERNOSTERER, Richard; BRUNNER, Paul H. **Construction Waste as the Main Future Source for CFC Emission**. 1997. In: ConAccount workshop (MFA). Leiden - Holanda.

PENN, Ian T; VOS, Robert O. **Resource Manual on Infrastructure for Eco-Industrial Development**, Publicação do National Center for Eco-Industrial Development, Universidade do Sul da Califórnia, 2002.

RECHBERGER, H; GRAEDEL, Thomas E. The Contemporary European Copper Cycle: Statistical Entropy Analysis. **Ecological Economics**. v. 42, p. 59-72. 2002

REJESKI, David. Mars, material and three morality plays: Materials flows and environmental policy. **Journal of Cleaner Production**, v.1, n. 4, p. 13-18, 1998.

RICHARDS, Deanna J; ALLENBY, Braden R; FROSCHE, Robert A. **The Greening of Industrial Ecosystems: Overview and Perspective**. National Academy Press, p. 1-19. 1994. Disponível em: <<http://www.nap.edu/books/0309049377/html/>>. Acesso em: Mar.2003.

RODMAN, Debbie. **Eco Industrial parks: The pursuit of economic development through environmental efficiency**, 1999 (recebido por e-mail)

ROTH, Liselott; EKLUND, Mats. **On implementation of industrial ecology in the Swedish transport sector**. In: SEMINÁRIO INAUGURAL DA SOCIEDADE INTERNACIONAL PARA A ECOLOGIA INDUSTRIAL, nov.2001, Leewenhost/Holanda. (recebido por e-mail)

SAGAR, A. D.; FROSCH, R. A. A perspective on industrial ecology and its application to a metal-industry ecosystem, **Journal of Cleaner Production**, v. 5, p. 39-45, 1997.

SANSEVERINO, Antonio. Química Verde: Uma nova filosofia. **Ciência hoje**, v. 31, n. 185, p. 20-27, 2002. Disponível em: <<http://www2.uol.com.br/cienciahoje/chmais/pass/ch185/quimica.pdf>>. Acesso em: mar.2003.

SANTOS, Adalto de Oliveira; SILVA, Fernando Benedito da; SOUZA, Synval Contabilidade Ambiental: Um estudo sobre sua aplicabilidade em empresas brasileiras. **Revista Meio Ambiente Industrial**, v. 2, n. 3, p. 71-75. 2002.

SCHWARZ , E. J.; STEININGER, K. W. Implementing nature's lesson: the industrial recycling network enhancing regional development. **Journal of Cleaner Production**, v. 5, n. 1-2, p. 47-56, 1997.

SEAGER, T. P.; THEIS, T. L. A uniform definition and quantitative basis for industrial ecology, **Journal of Cleaner Production**, v. 10, p. 225-235, 2002.

SOARES, Sebastião Roberto; BORGES, Armando de Castilho Jr. **Gestão de resíduos industriais: proposições para implementação de bolsas de resíduos "inteligentes"**. Disponível em:<<http://www.cepis.ops-oms.org>>. Acesso em: maio.2003.

SILVEIRA, João Severiano C. et al. **Apostila da Disciplina de Resíduos Sólidos**, Curso de Pós-Graduação em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, 2003. Escola Politécnica da UFBA, Salvador.

SOCOLOW, R.; THOMAS, V. The Industrial Ecology of Lead and Electric Vehicles. **Journal of Industrial Ecology**, v. 1, n. 1, p. 13-36, 1997.

SPATARI,S; BERTRAM, M. The Contemporary European Copper Cycle: 1 year Stocks and Flows. **Ecological Economics**. v. 42, p. 27-42. 2002.

THORESEN, Johan, **Development and Testing of a Concept for Ecopark Co-operation**. In: HELSINK SYMPOSIUM ON INDUSTRIAL ECOLOGY AND MATERIAL FLOWS, ago.2000, Helsink/Finlândia. (recebido por e-mail)

THORESEN, Johan. **Implementation and Maintenance of Ecopark Co-Operation**, Relatório do Programa de Ecologia Industrial da Fundação de Pesquisa Ostfold, Trondheim, Noruega, 2001.(recebido por e-mail)

THORPE, Beverly. **Citizen's Guide to Clean Production**. Universidade de Massachussets. 1999. Disponível em: <<http://www.umass.edu>>. Acesso em: jan.2001

UNITED NATION ENVIRONMENTAL PROGRAM - UNEP. Disponível em: <http://www.unepie.org/pc/cp/understanding_cp/home.htm>. Acesso em: mar.2001.

UNIVERSIDADE DE CORNELL. Home page institucional. Disponível em: <<http://cfe.cornell.edu/wei>>. Acesso em: jan.2002

UNIVERSIDADE DO SUL DA CALIFÓRNIA. Home page institucional. Disponível em: <<http://www.usc.edu/schools/sppd/research/NCEID/center.html>>. Acesso em: jan.2002.

UNIVERSIDADE DE YALE. Disponível em: < <http://www.yale.edu/is4ie/>>. Acesso em: jan.2002.

WALLNER, Heins Peter. Towards sustainable development of industry, networking complexity and eco-clusters, **Journal of Cleaner Production** v. 7, p. 49-58, 1999.

YOSHIDA, Noburo et al. **Evaluation of Eco-industrial Park as societal demonstration site in Japan**. In: 7th EUROPEAN ROUNDTABLE ON CLEANER PRODUCTION, may.2001, Lund/Sweden. (recebido por e-mail)

YOUNG, Rebekah. **By Product Synergy: A Demonstration Project in Tampico, México.** 1999. Disponível em: <http://www.hatch.ca/sustainable_development/articles/tampico%20final%20rpt%20bps.pdf>. Acesso em: jan.2003.

APÊNDICES

A - Banco de dados com foco na simbiose industrial

Cod NBR	Descrição do Resíduo	Unid	Classe	Cont interno resíduo	Origem [Processo / Área]	Estado Físico (S, B, L, G)	Frequência (E, A, M, S, D)	Destinação (Atual)	Destinação (Potencial)	Principais Contaminantes	Qtde gerada por ano	Qtde estocada (2001)	Observação
F030	Óleo lubrificante com hidrocarb.	m ³	I	CO101	Selagem	L	M	RE			70,0	0	
U220	Silicone contaminado com DMF	m ³	I	CO102	Butadieno	B	E	I			6,2	2	
K022	Resíduo de Alcatrão	m ³	I	CO103	Butadieno	B	M	CPFC			4,4	2,6	
U019	Resíduo de Quench	m ³	I	CO104	Pirólise	B	M	CPFC			167,8	39	
U019	Coque de Pirólise	m ³	I	CO105	Pirólise	S	M	CPFC			120,4	12	
U019	Resíduo de limpeza de caixas	m ³	I	CO106	SO	B	E	CPFC/B			77,0	70,2	
U099	Soda Caústica Gasta	m ³	I	CO107	Pirólise	B	M	A I E			0,2	0	
U019	Borra Oleosa ADs do SAO-II	m ³	I	CO108	SAO II	B	M	CPFC/B			183,5	813	
U019	Borra Oleosa do Silo do SAO-II	m ³	I	CO109	SAO II	B	E	CPFC/B			111,6	21	
U019	Oxído de Ferro c/ HC	m ³	I	CO110	Tancagem	B	E	B			121,6	12,0	
U099	Borra de Fundo de Tanques	m ³	I	CO111	Tancagem	B	E	CPFC/B			848,5	0	
K022	Resíduo de Alcatrão com Tolueno	m ³	I	CO112	Butadieno	B		CPFC/B					
U099	Resíduo de Nalco 2265	m ³	I	CO113	Pirólise	B		I				0,8	
U043	Cloroetano	m ³	I	CO114	Oficinas / dutovias	L		I					
U077	DCE (Di-Cloro-Etano)	m ³	I	CO115	Reforma Catalítica	L	E	I				0,8	
D001	Pólímero de Butadieno	m ³	I	CO116	Butadieno	B	E	CPFC			27,2	0,6	
U099	Polibutene	m ³	I	CO117	Butadieno	L		I					
U099	Vidraria contaminada	m ³	I	CO118	Laboratórios	S		RE					
U099	Bombonas contaminadas	un	I	CO119	Diversos	S	E	RE			3,0		
U099	Tambores Contaminado	un	I	CO120	Diversos	S	M	RE			1.820,0	0	
U099	Borra Diluente do rasf	m ³	I	CO121	Tancagem	B	E	CPFC				93	
U099	Sólido centrifug. AD-1054	m ³	I	CO122	SAO II	B	E	CPFC/B				0	

U099	Fase líquida centrif. AD-1054(***)	m ³	I	CO123	SAO II	L	E	RI				0
U099	Lixo contaminado	m ³	II	CO124	Diversos	S		AIE				
U099	Polímero de Isopreno	m ³	I	CO125	Isopreno	S	E	CPFC			1,0	
D006	Peneira a base de bário	m ³	I	CO126	P-Xileno	S	E	AIE			8,4	2,2
F099	Lâmpada com vapor de Hg	Um	I	CO127	Diversos	S	D	RE		Vapor de Hg		0
D004	Lixo ambulatório	L	I	CO128	Diversos	S	D	L				
A099	Óleo Combustível c/ água e ou Areia	m ³	II	CO201	Tancagem	B	M	L			1,0	3,2
A099	Argila Tonsil/Filtrol	m ³	II	CO202	Aromáticos			AIE			69,4	0
A099	Peneira Molecular	m ³	II	CO203	Diversos	S	A	AIE			68,8	0
A099	Cinzas de Caldeiras (*)	m ³	II	CO204	Caldeiras	S	E	AIE			30,3	0
A099	Lama com Metais da Lavagem das Caldeiras	m ³	II	CO205	Caldeiras	B	E	AIE				0
A099	Areia contminada c/HC (escavações)	m ³	II	CO206	Diversos	S	E	AIE			1.353,0	2,2
A099	Lama dos Clarificadores	m ³	II	CO207	UTA	B	M	AS			4.605,0	0
A099	Lama da Torre de Refrigeração	m ³	II	CO208	Diversos	B	E	AIE			130,4	0
A099	Catalizador de Co-Mo	m ³	II	CO209	DPG / Reforma	S	E	AIE			55,5	0
A099	Catalisador gasto de Pd	m ³	II	CO210	DPG	S	E	AIE				0
A099	Peneira Molecular(Monômeros)	m ³	II	CO211	Isopreno	S		AIE				0
A099	Alumina	m ³	II	CO212	Isopreno	S		AIE			43,2	0
A099	Lixo Contaminado	m ³	II	CO213	Diversos	S	E	AIE				23,5
A099	Estrados de Madeira	m ³	II	CO214	Diversos	S	E	AIE				0
A004	Sucata metálica	t	II	CO215	Diversos	S		RE				
A001	Restos de Alimentos	m ³	III	CO301	Refeitório	S	D	AS			1.399,0	0
A002	Lixo Ordinário	m ³	III	CO302	Diversos	S	D	AS			3.263,0	0
A099	Resíduos sólidos não contaminados	m ³	III	CO303	Diversos	S	D	AS			5.899,0	0

A099	Entulho de obra civil	m ³	III	CO304	Diversos	S	D	A S			448,0	0	
A099	EPI's Usados	m ³	III	CO305	Diversos	S	E	A I E			26,0	0	
A099	Estrados de Madeira Limpo	m ³	III	CO306	Diversos	S	M	A S				0	
	Lama de gesso	m ³	II	CM01	U T E	B	D	A I I	Cerâmica		97.090		
	Pisos / plásticos contaminados	m ³	II	CM02	Man	S	E	A I I			2.052		
	Catalisador - pentóxido Va	m ³	II	CM03	Ac. Sulf.	S	E	R I	Reutilização / recuperação do metal		18	36	Fornos Conversores
	Lama cúprica	t	II	CM04	Eletrólise	B	M	R I			304	2.100	Fornos Flash
A017	Finos de escória	m ³	III	CM05	Forno Elétrico	S	D	A I I			3.285		
A025	Lã de vidro	m ³	III	CM06	Man	S	E	A I I	metais (As, Cu, Ni, Zu, Pb) ppm				
A017	Escória granulada	t	III	CM07	Forno Elétrico	S	D	V / A I I			304.045	4.000.000	Cimenteira / Estaleiros
D002	Lixo Ordinário	m ³	III	CM08	Diversos	S	D	R E / A S			1.351		
D004	Lixo ambulatorial	L	I	CM09	Posto Médico	S	D	L			1.825		
	Poeira - limpeza equip.	t	I	CM10	Diversos	S	D	R I			730		
	Lama de sulfato de bário	m ³	II	CM11	?	B	E	A I I			15		
	Sucata tijolo refrat.	t	II	CM12	Diversos	S	M	R I / R E				700	Fagus refratários
A004	Sucata ferrosa	t	II	CM13	Diversos	S	M	R E			480		
	Borra oleosa	m ³	II	CM14	Diversos	B	M	R I			36		Processo Fundição
A001	Lixo refeitório - Orgânicos	m ³	III	CM15	Refeitório	S	D	A S			2.044		
D001	Trietilaluminio	t	I	OP01		L			Óleo mineral = 95% e T2 = 5%		7		
A006	Papel e papelão	t	II	OP02	Diversos	S		R E			1,1		
A007	Plásticos	t	II	OP03	Diversos	S		R E			0,75		
A099	Vidros	t	III	OP04	Diversos	S		R E			1,5		
A009	Madeira	m ³	II	OP05		S		R E			203		
A004	Metais	t	II	OP06		S		R E			4,9		

F099	Lâmpadas Fluorescentes Queimadas		I	PD03								
	Elementos Filtrantes		II	PD04								
	Recheio de Torres		II	PD05								
	Vidraria de Laboratório		II	PD06								
	Vasilhame de STADIS		II	PD07								
F099	Óleo Lubrificante Exausto		II	PD08								
D002	Lixo Industrial		III	PD09								
D002	Lixo Doméstico		III	PD10								
A006	Papelão e Barricas de Papelão		III	PD11								
A009	Madeira Inservível		III	PD12								
A004	Tambor de Recheio		III	PD13								
	Bota Fora de Construção		III	PD14								
A217	Sacaria/Big Bag/Lona Preta		III	PD15								
	Frascos de Cromo			PD16								
D001	Greese + Ciclohexano	m3	I	PT01	A-400; separador P-46-0; E-5401	L	M			Ciclohexano = 74%, Polímero = 13 H2O= 13%	6,804	
D001	Aditivos químicos	m3	I	PT02	PEL / PEBD (A-300; TQ4801)	B	M			Aditivo = 80% e ciclohexano = 20%	2,4	
K030	Borra de Polietileno contaminado com percloroetileno	t	I	PT03	P-01-12/62	S	E			Perclo = 1%, baixos polímeros = 98% e SH = 1%	0,167	
K071 ?	Lâmpadas Florescentes, Mistas e Vapor de Mercúrio	Um	I	PT04	Diversos	S	M			15 a 20 mg Hg por lâmpada	2400	
K082	Baterias	Um	I	PT05	Diversos	S	A			Cd, Cu, Li, Pb	6	
F002	Cloreto de Metileno	t	I	PT06	A-200; AC-46-01	L	M			Diclorometano = 100%	0,3	
D003	Catalisador + Co-Catalisador	t	I	PT07	A-100; TQ-4401 a 10	L	E			Ácido pelargônico = 80%, TiCl4 + VOCl3 + Isobutanol + óleo min = 20%	0,996	
D001	Areia Contaminada c/ óleo	t	I	PT08	PEL / PEBD	S	M			Ciclohexano + óleo	2,4	

F100	Fluído Térmico	m ³	I	PT09	A-200	L	E		Difenil = 48%, Óxido de fenila = 48%, H ₂ O e impurezas = 4%	0,204			
D001	Ciclohexano	m ³	I	PT10	A-100; V-4104; B-4401/05	L	M		Ciclohexano = 84%, carbonila = 1% H ₂ O = 15%	123,36			
A005	Vidraria	t	II	PT11	Laboratório	S	M			0,24			
A004	Tambores	t	II	PT12	Diversos	S	M			0,384			
A007	Bombonas	Um	II	PT13	Diversos	S	M			14400			
A099	Alumina Usada	t	II	PT14	A-100; V-4301 A/B	S	M		Trióxido de alumina = 99%	1296			
A099	Sílica Gel + Peneira Molecular	t	II	PT15	A-100; V-4102 A/B	S	M		Dióxido de silício = 80%, Trióxido de alumínio = 20%	66			
A005	Sucatas	t	II	PT16	Diversos	S	M			6,864			
A006	Papel/Papelão	m ³	II	PT17	Diversos	S	D			1380			
A001	Restos de Alimentos	t	II	PT18	Refeitório	S	D			3,72			
A099	Lixo Ambulatorial	t	II	PT19	Ambulatório	S	D			0,024			
D003	Borra de Pit de Separação	t	I	PT20		P	M		Ciclohexano = 105 ppm	120			
D001	Paletes de madeira contaminado	Um	I	PT21	Diversos	S	M			182,4			
K030	Resíduo de Percloroetileno Líquido	m ³	I	PT22		L	M			24			
	Catalisador (ZnO)		I	NT01	U-6000	S	E		Zn			9 t/10 ano	
	Carvão Ativo do X5210 A/B	t	III	NT02	U-5200	S	E			0,2		3	
	Recheio de colunas C-5401/2/5501		III	NT03	U-5000	S	E					24,75	10 t/3 anos
	Borra de Oxidação	t	II	NT04	U-5000	B	A			0,8			
	Recheio de colunas C-5602		II	NT05	U-5000	S	E						
	Recheio de colunas C-5803		III	NT06	U-5000	S	E						
	Catalisador (CuSiO ₂)		II	NT07	U-5000	S	A		Cu				7 t/1,5 ano
	Recheio de colunas C-5701		II	NT08	U-5000	S	E						
	Recheio de colunas C-5601		II	NT09	U-6000	S	E						
	Borra de Oxidação		I	NT10	U-6000	B	E						
	Recheio de coluna C-6501		III	NT11	U-6000	S	E						
	Velas de Hyam	t	III	NT12	U-6000	S	A			0,8			
	Recheios de coluna C-6401/2		III	NT13	U-6000	S	E						
	Catalisador (telas Pt/Rh)	t	III	NT14	U-6000	S	M		Pt/Rh	0,012			
	Catalisador Pd/Al ₂ O ₃		III	NT15	U-6000	S	E		Pd				0.25 m3/7

													anos
Catalisador Pd/C	t	II	NT16	U-6000	S	A				Pd	2		
Borra do V-6204	t	II	NT17	U-6000	B	M					0,9		
Borra de Oxima	t	III	NT18	U-6000	B	A					0,005		
Recheio de colunas C-7301		III	NT19	U-7000	S	E							
Recheio de colunas C-7306		III	NT20	U-7000	S	E							
Recheio de colunas C-7303		III	NT21	U-7000	S	E							
Recheio de colunas C-7305		III	NT22	U-7000	S	E							
Resinas Aniônicas		II	NT23	U-7000	S	E						4,4	5,5 t/2 anos
Resinas Catiônicas		II	NT24	U-7000	S	E						3,9	6,5 t/4 anos
Catalisador Ni/Raney	t	I	NT25	U-7000	S	M				Ni	1,2	1,1	
Borra de nitrol/nitróleo		I	NT26	U-5000/200	B	E						2,85	
Borra de H ₂ SO ₄ /óleo		II	NT27	U-300	B	E						5	
Embalagens plásticas ((NH ₄) ₂ SO ₄ ou caprolactama)		III	NT28	U-8000/7800	S	E							
Embalagens plásticas (resinas de troca iônica)		III	NT29	U-7000	S	E							
Embalagens plásticas (Pd/C)		II	NT30	U-7000	S	E							
Tambor metálico		III	NT31	U-7000/5000	S	E							
Sucata metálica		III	NT32	Diversos	S	E							
Sucata de aço inox		III	NT33	Diversos	S	E							
Sucata de cobre		III	NT34	Diversos	S	E							
Sucata de alumínio		III	NT35	Diversos	S	E							
Frasco de vidro	Um	II	NT36	Laboratório	S	A					2000		
Resíduo de serviço médico	kg	I	NT37	Ambulatório	S	M					24		
Resíduos de Refeitório		II	NT38	Refeitório	S	E							
Lixo de varrição		III	NT39	Diversos	S	E							
Lixo civil		III	NT40	Diversos	S	E						0,6	
Resíduo de madeira		III	NT41	Diversos	S	E							
Resíduos de derramamento de óleo		I	NT42	Diversos	S	E							
Borra do flare		I	NT43	Vaso de selagem	B	E							
Bora do API		I	NT44	X-0204	B	E						3	
EPI usados		II	NT45	Diversos	S	E						1,2	
Filtros, isolantes, lã de vidro, estopa		III	NT46	Diversos	S	E							
Resíduo plástico de escritório		III	NT47	Diversos	S	E							

	Resíduos de papel / papelão		III	NT48	Diversos	S	E						
	Refratários de fornos		III	NT49	F-0101/5901	S	E					6,5	
	Baterias e pilhas usadas		I	NT50	Diversos	S	E						
	Lâmpadas fluorescentes		I	NT51	Diversos	S	E						
	Latas de solventes e tintas		II	NT52	Diversos	S	E						
	Resíduo de carbonato de sódio	t	II	NT53	U-0100	S	M				50,4	24,5	
	Terra contaminada		II	NT54	Diversos	S	E					12	
A017	Refratário de revestimento interno do incinerador de líquidos	t	II	AC1		S	E			Cianeto livre, Acetonitrila, Acrilonitrila		6	gerado em parada de manutenção do incinerador
A017	Refratário de revestimento interno do incinerador de líquidos	t	I	AC2		S	E			Cianeto livre, Acetonitrila, Acrilonitrila		2	gerado em parada de manutenção do incinerador
A099	Resíduo sólido retirado do sistema DAC (MF 435 A/B)	m3	II	AC3		S	E			Sílica (areia), polímeros (traços)		5	Basicament e areia do MF435 A/B - nov.02
A099	Resíduo sólido retirado do MT 428	m3	II	AC4		S	E			Sílica (areia), polímeros (traços)		5	Basicament e areia do MT 428 - dez.02
K071	Lâmpadas fluorescentes usadas	unid	I	AC5		S	E			Hg	240	3400	estoque em jan.03
A099	Vidraria utilizada no Laboratório	t	II	AC6		S	E				0,24		
A001, A003, A006	Lixo ordinário, restos de papel toalha, sacos com folhas secas, restos de papel higiênico, copos descartáveis danificados	t	III	AC7		S	E	A S			192		
A004	Sucata, pedaços de ferro, parafusos, tubos etc.	t	II	AC8		S	E	RE			8,4	10	estoque em jan.03
A099	Resíduos de serviços de saúde	t	II	AC9		S	M	L			0,072		

Polímero de nitrila		I	AC01	filtros, vasos, e sólidos decantados no sistema DAC		A I E				AC0x faz parte de uma outra lista
Polímero de nitrila	t	I	AC02	decantador de catalizador (MF 303).		A I E		70		
Refratário do Incinerador		I	AC03			A I E				
Cinzas do Incinerador		II	AC04			A I E				
Resíduos de Catalizador		I	AC05			A I E				
Lâmpadas	unid	I	AC06					2000		
Lixo Comum		III	AC07			L				
Sucata Metálica		II	AC08			RE				
Resíduos Serv. Saúde		II	AC09			L				
Catalisador		III	AC10							
Molibdênio		III	AC11							
Ac. Acético		III	AC12			RI				
SO2		III	AC13							
Carbonato de sódio		III	AC14			I				
Anti-espum.(Petroflow)		III	AC15							
HQ		III	AC16			I				
MEHQ		III	AC17			I				
Biocida-GT412 (NX1101)		III	AC18							
Inibidor - GV (PAS2170)		III	AC19							
Dispers-GT412 (DN2300)		III	AC20							
Inibidor-GT412(OP8440)		III	AC21							
Inibidor-GT412(OP8446)		III	AC22							
Cloro		III	AC23							
Ácido clorídrico(KleenAC9505)		III	AC24			I				
Ácido cítrico(KleenAC9505)		III	AC25			I				
Peróxido de hidrogênio		III	AC26							

Hipoclorito de sódio		III	AC27									
Kurizet L-104		III	AC28			I						
Kurizet A-491		III	AC29			I						
Freon R22		III	AC30									
Toner		III	AC31									
Bateria celulares		I	AC32									
Tambores de óleo		III	AC33									
Isolamento térmico			AC34									
Trapo (manutenção)			AC35									
Tambor metálico	Unid		AC36			R E		Catalisador	100			200 kg
Barrica metálica			AC37			R E		Molibdênio	30			100 kg
Contentor			AC38			F		Ac. Acético	6			1000 kg
Cilindro metálico			AC39			F		SO2	36			100 kg
Sacos plásticos			AC40			I		Carbonato de sódio	2.160			50 kg
Contentor metálico			AC41			F		Anti-espum.(Petroflow)	12			1000 kg
Barrica papelão			AC42			I		HQ	324			50 kg
Barrica papelão			AC43			I		MEHQ	24			25 kg
Barrica plástica			AC44			F		Biocida-GT412 (NX1101)	24			50 kg
Barrica plástica			AC45			F		Inibidor - GV (PAS2170)	24			50 kg
Barrica plástica			AC46			F		Dispers-GT412 (DN2300)	24			50 kg
Contentor polietileno			AC47			F		Inibidor-GT412(OP8440)	4			1000 kg
Contentor polietileno			AC48			F		Inibidor-GT412(OP8446)	4			1000 kg
Cilindro metálico			AC49			F		Cloro	36			100 kg
Barrica plástica			AC50			I		Ácido clorídrico(KleenAC9505)	< 1			50 kg
Barrica plástica			AC51			I		Ácido cítrico(KleenAC9505)	< 1			50 kg
Contentor polietileno			AC52			F		Peróxido de hidrogênio	6			1000 kg

	Contentor polietileno		AC53			F		Hipoclorito de sódio			100 kg
	Barrica plástica		AC54			I		Kurizet L-104	3		50 kg
	Barrica plástica		AC55			I		Kurizet A-491	12		50 kg
	Cilindro		AC56			RE		Freon R22	24		13,6 kg

OBS: Dúvida quanto a informação de AC36 em diante. A quantidade gerada de 100 é em unidades de tambores ou em kg de produto (catalisador)??
Os demais produtos contidos nas embalagens estavam em kg

Códigos de Destinação	
A I I	Aterro Industrial Interno
A I E	Aterro Industrial Externo
R I	Reciclagem Interna
R E	Reciclagem Externa
V	Venda
A S	Aterro Sanitário
I	Incineração
CPFC	Coprocessamento forno cimento
B	Biolavagem
LF	Land Farming
F	Fornecedor
L	Limpec

ACX = Lista de resíduos para Res CONAMA 006/80
Lista de "Controle de Resíduos"

AC0X = Resíduos"

Origem (processo / Área)

U T E Unid. Tratamento de Efluente
Man Manutenção

Frequência (E, A, M, D)

E Eventual
A Anual
M Mensal
D Diária

B – Formulário de pesquisa de estudo de caso

1	Empresa: Breve descrição da empresa situando-a no contexto do pólo / Brasil	
2	Subproduto: características, o que ela representa no inventário da empresa	
3	Processo de geração: Por que é gerada	
4	Fatores motivadores que levaram a solução do problema: Pressão do órgão ambiental Legislação específica Pressão dos acionistas Partes interessadas Gestão interna Clima organizacional favorável Certificações, prêmios (ISO, PNQ, política ambiental) Pressão econômica Incentivos financeiros Programas institucionais Formação dos funcionários Inovação tecnológica Demanda de outras empresas	
5	Barreiras que impediram que isso acontecesse antes: Ausência de tecnologia Desconhecimento do mercado Logística deficiente Poucos recursos para investimento Falta de conhecimento (pesquisa) Legislação	
6	Período de surgimento da idéia, desenvolvimento e implantação	
7	Identificação dos segmentos beneficiados	
8	Resultados alcançados Econômico Ambiental Social Satisfação interna dos empregados Melhoria nos índices de ecoeficiência Novos parceiros para outros projetos	
9	Experiência adquirida (lições) e como isso está sendo replicado para outros projetos	
10	Outros	

C – Estudo de caso resumido

Aproveitamento da corrente bruta de sulfato de amônio para a produção de fertilizante

1. Caracterização

Empresas envolvidas: Acrinor e Metacril, localizadas nos municípios de Camaçari e Candeias respectivamente.

O reaproveitamento da corrente bruta de sulfato de amônia que tinha como destino a oxidação térmica (incineração) na Acrinor, havia sido estudado no passado. Algumas dificuldades já tinham sido identificadas, como por exemplo, o receio de se manusear/transportar correntes líquidas tendo o cianeto como contaminante, a pequena escala de produção (10 mil t/a), o baixo preço do fertilizante no mercado (80 US\$/t), representavam barreiras técnicas e econômicas difíceis de serem solucionadas.

2. Desenvolvendo a Simbiose Industrial.

O grupo Unigel, após obter o controle acionário da duas empresas, passou a investir no potencial do reaproveitamento da corrente residual de sulfato de amônia nas instalações disponíveis da Metacril, como objetivo de usá-la como matéria prima para a fabricação do fertilizante. Para a operacionalização desta sinergia foram feitas modificações nas instalações já existentes na Metacril, o que diminuiu o valor do investimento necessário, melhorias no processo reduzindo o teor de cianeto na corrente bruta de sulfato e pesquisa sobre a aceitação no mercado de fertilizante do novo produto fabricado pela agora Proquigel (incluir nota explicando o que é). Entre pesquisas (11%), modificações na planta (87%) e despesas administrativas (2%), investiu-se em torno de US\$ 275 mil.

3. O porquê de não se praticar a Simbiose Industrial antes da junção.

Analisando-se a situação antes e depois da junção das empresas Acrinor e Metacril em uma só (Proquigel), deduz-se que para a Acrinor, o alto investimento em uma

planta de pequena escala de produção (10 mil t/ano) aliada ao baixo preço do fertilizante no mercado tornou o projeto inviável economicamente.

Para a Metacril, que possuía instalações que poderiam ser adaptadas a produção do fertilizante, faltou o aprofundamento nas negociações técnicas, para reduzir o teor de cianeto na corrente e quebrar o paradigma de manusear e transportar correntes líquidas com esse contaminante; e nas negociações comerciais, discutir um preço compatível para viabilizar o investimento necessário e manter a durabilidade do projeto.

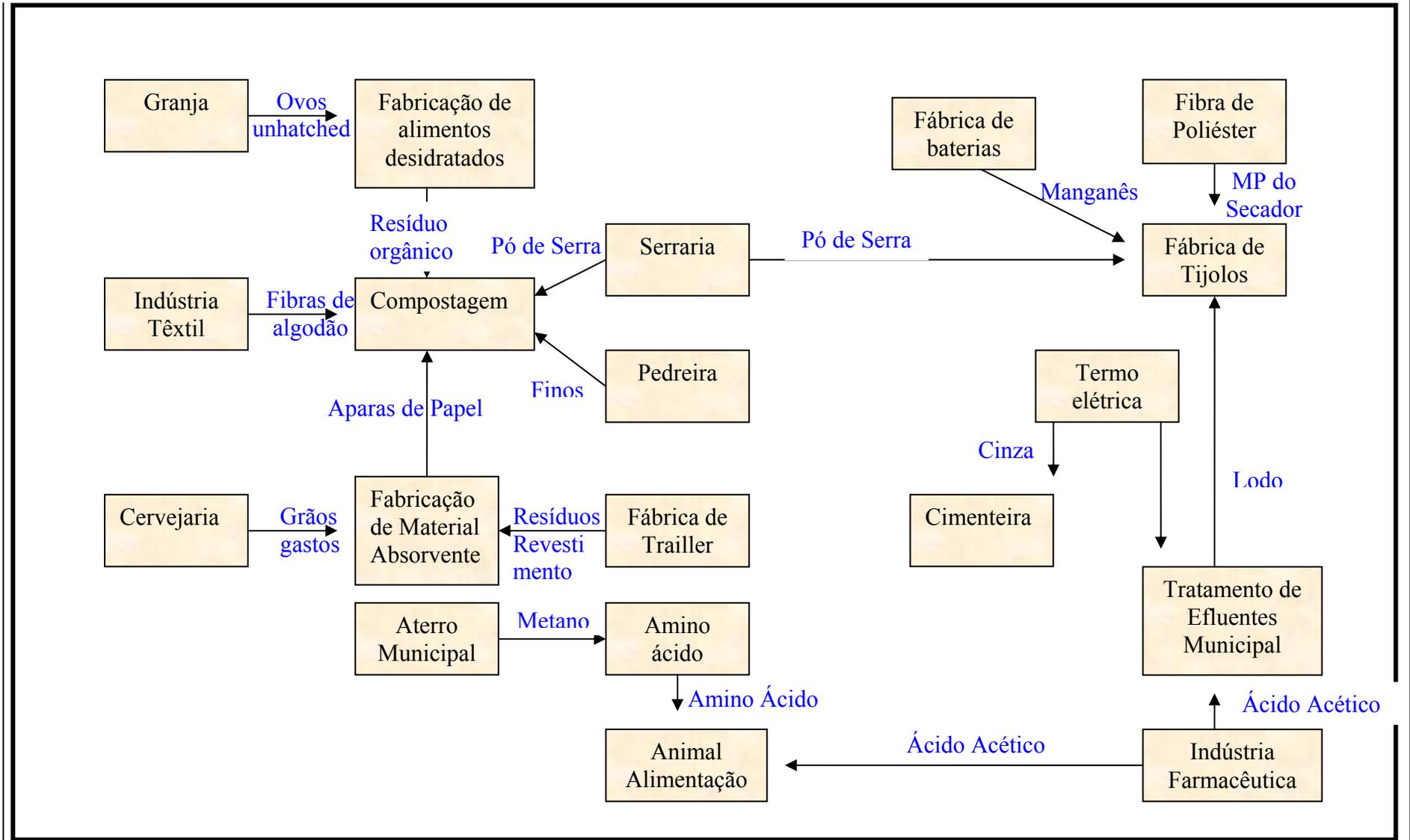
4. Benefícios Econômicos e Ambientais

Como benefícios econômicos tem-se a eliminação do custo da incineração e do gás natural usado na queima, redução no rateio do custo do monitoramento do ar realizado pela Cetrel, aumento na receita pela venda do fertilizante, totalizando ganhos de US\$ 900 mil por ano. Como benefícios ambientais cita-se a não emissão de 5 mil t/ano de SO₂ para atmosfera, redução de CO₂, contribuindo para a redução tanto do efeito da chuva ácida na região a jusante do pólo quanto para o aumento do efeito estufa.

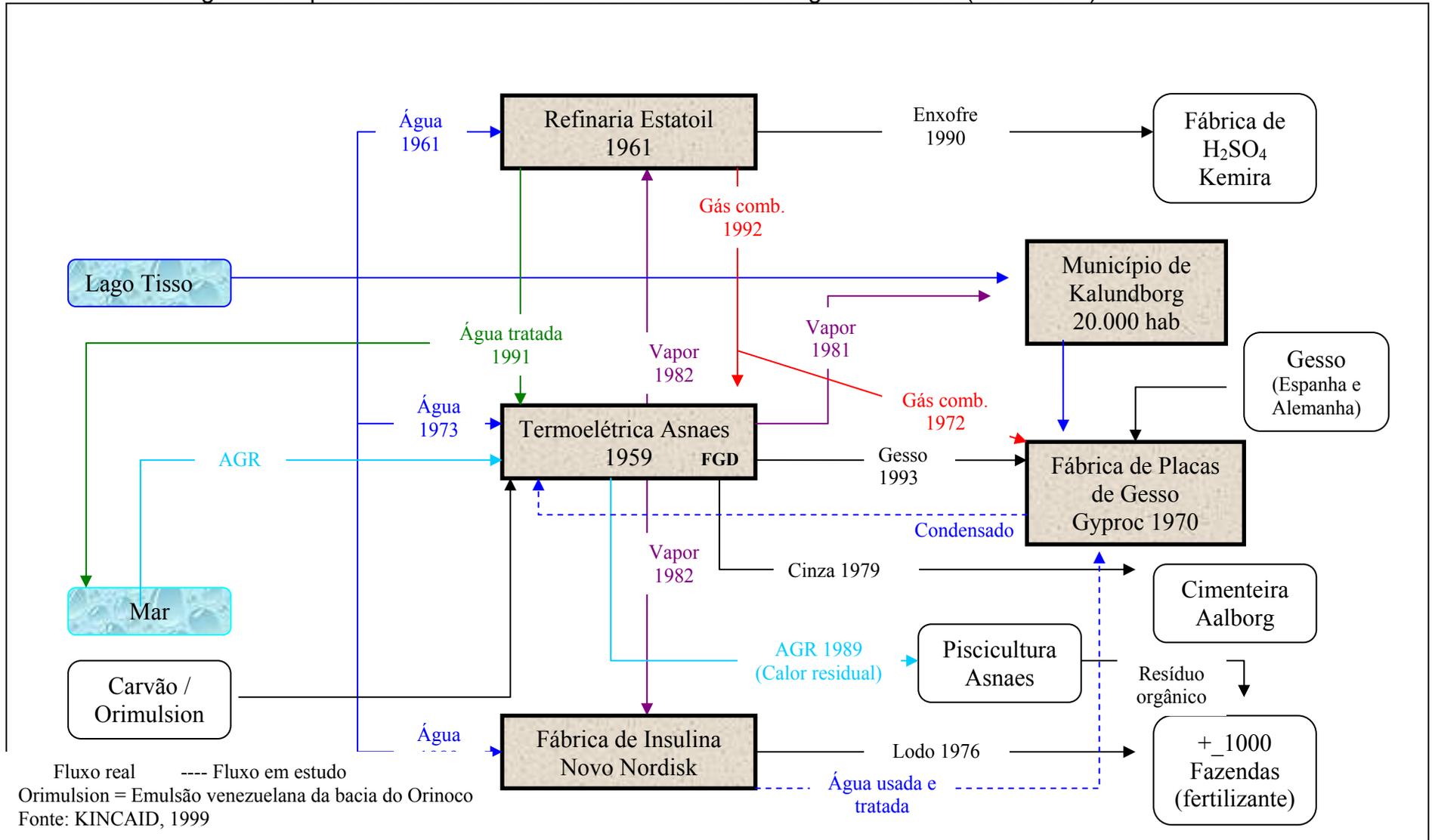
5. Análise Final

Após a junção das empresas, o processo de comunicação ficou mais fácil pois o que era um embate de negociações de duas empresas buscando cada uma seus lucros, redução nos investimentos e mais um projeto competindo com os já escassos recursos humanos, transformou-se numa discussão interna à organização com um único objetivo, o de tornar exequível do ponto de vista econômico e obtendo assim os benefícios ambientais desejados.

ANEXO A - Fluxograma do processo de Simbiose Industrial em Triangle J. / Carolina do Norte - USA



ANEXO B - Fluxograma do processo de Simbiose Industrial em Kalundborg / Dinamarca (Base 1995)



ANEXO C – Tabela de identificação do gerador

<u>Tabela I – Identificação do Gerador</u>			
Razão Social:		CNPJ:	
Nome Fantasia			
Endereço:		Município	UF
CEP:	Telefone:	Fax:	e-mail:
Área total:		Número de funcionários:	
		Próprios:	Terceirizados:
Responsável pelo PGRS:			
Responsável legal:			
Descrição da atividade:			

ANEXO D – Tabela de resíduos gerados

Tabela II – Resíduos Gerados									
Nome da empresa:							Folha nº:		
Item	Resíduo:	Classe	Unidade/Eq. Gerador	Acondicion/ Armazen.	Tratamento adotado	Frequencia de geração	Estoque (t)		
							<i>Interno</i>	<i>Externo</i>	
Responsável pelo empreendimento:				<i>Assinatura:</i>					

ANEXO E – Plano de movimentação de resíduos

Tabela III – Plano de Movimentação de Resíduos										
Nome da empresa:								Folha nº:		
Item	Resíduo:	Classe:	Estocagem Temporária			Destinação final			Observações	
			Data de entrada	Quant.	Local	Data de Saída	Quant.	Destino final		
<i>Responsável pelo PGRS:</i>						<i>Assinatura:</i>				



UFBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA

DEPT° DE ENGENHARIA AMBIENTAL - DEA

**MESTRADO PROFISSIONAL EM GERENCIAMENTO E
TECNOLOGIAS
AMBIENTAIS NO PROCESSO PRODUTIVO**

Rua Aristides Novis, 02, 4º andar, Federação, Salvador BA
CEP: 40.210-630

Tels: (71) 235-4436 / 203-9798

Fax: (71) 203-9892

E-mail: cteclim@ufba.br

Home page: <http://www.teclim.ufba.br>