

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**A SIMBIOSE INDUSTRIAL APLICADA NA INTERRELAÇÃO DE  
EMPRESAS E SEUS STAKEHOLDERS NA CADEIA PRODUTIVA  
METAL-MECÂNICA NA BACIA DO RIO DOS SINOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LISIANE KLEINKAUF DA ROCHA

SÃO LEOPOLDO

2010

**LISIANE KLEINKAUF DA ROCHA**

**A SIMBIOSE INDUSTRIAL APLICADA NA INTERRELAÇÃO DE  
EMPRESAS E SEUS STAKEHOLDERS NA CADEIA PRODUTIVA  
METAL-MECÂNICA NA BACIA DO RIO DOS SINOS**

Dissertação, apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes

São Leopoldo

Julho de 2010

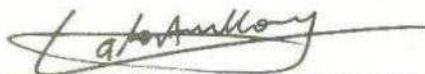
## TERMO DE APROVAÇÃO

**“A SIMBIOSE INDUSTRIAL APLICADA NA INTERRELAÇÃO DE EMPRESAS E SEUS *STAKEHOLDERS* NA CADEIA PRODUTIVA METAL-MECÂNICA NA BACIA DO RIO DOS SINOS”**

**LISIANE KLEINKAUF DA ROCHA**

Esta Dissertação de Mestrado foi julgada e aprovada pela banca examinadora no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UNISINOS como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL.

Aprovado por:

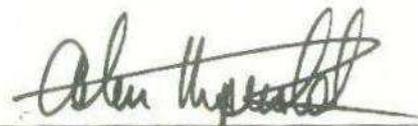


Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes  
Orientador

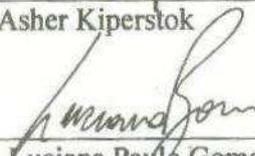


Prof. Dr. Claudio de Souza Kazmierczak  
Coordenador do PPGEC/UNISINOS

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Asher Kiperstok



Prof. Dr. Luciana Paulo Gomes

R672s Rocha, Lisiane Kleinkauf da  
A Simbiose Industrial aplicada na interrelação de empresas e seus *stakeholders* na cadeia produtiva metal-mecânica na Bacia do Rio dos Sinos / por Lisiane Kleinkauf da Rocha. – 2010.  
143 f. : il., 30cm.  
Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2010.  
“Orientação: Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes, Ciências Exatas”.

1. Simbiose Industrial. 2. Ecologia Industrial. 3. Resíduos sólidos industriais. 4. *Stakeholders*. 5. Redes inter-organizacionais. 6. Intercâmbio de co-produtos. I. Título.

CDU 624:330.341.1  
338.45:504

## INSTITUIÇÕES E FONTES PAGADORAS

Este trabalho realiza-se na Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC.

### FONTES FINANCIADORAS



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE



FUNDO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE



GOVERNO ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL



SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

### APOIO



COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS



CONSÓRCIO PÚBLICO DE SANEAMENTO BÁSICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pela minha vida e a todos os seres de luz que, sutilmente, me orientam e protegem, sempre.

Agradeço, especialmente, aos meus pais, Marino e Lurdy, pelo amor e dedicação com toda a nossa família, que é nosso maior bem. Agradeço a vocês pela minha educação, por todo o esforço para nada me faltar, pelo apoio e compreensão em todos os momentos. Vocês estão por trás de todas as minhas conquistas. Obrigada!

Agradeço ao meu amado companheiro Giovani pelo seu amor e paciência comigo.

Obrigada pelo carinho, compreensão e sossego que você me proporciona.

À minha irmãs, Juliana e Luciane, mulheres inteligentes e batalhadoras que me inspiram e enchem a minha vida de alegrias.

Ao meu orientador, Prof. Carlos Moraes, pelo seu empenho em me incentivar e me auxiliar em todos os momentos deste trabalho. Agradeço pela sua dedicação com todo o seu grupo de pesquisa. Vejo-te como um grande mestre, uma pessoa que se importa realmente com a formação de “seres humanos” e se dedica em EDUCAR.

Agradeço a minha amiga Prof.<sup>a</sup> Ana Cristina Garcia que me deu o pontapé inicial para iniciar na “vida” acadêmica e por ter me segurado nela em vários momentos.

Agradeço a Karine Bastos, aluna do curso de Gestão Ambiental da Unisinos, minha querida bolsista, pela sua imensurável ajuda na realização deste trabalho.

Agradeço às empresas que abriram suas portas para a realização deste trabalho, em especial à Beth, Geovani e Márcia.

Agradeço aos meus colegas e professores do PPGEC e a Prof.<sup>a</sup> Yeda Souza, do PPGA, pois todos, de alguma forma, contribuíram para eu realizar este trabalho.

Não poderia deixar de agradecer também aos meus colegas do NUCMAT que também, de alguma forma e em algum momento, contribuíram para a realização deste trabalho e de tantos outros.

## RESUMO

Ao longo dos anos, o desenvolvimento industrial trouxe impactos positivos e negativos à sociedade. O setor metal mecânico está inserido neste contexto, pois se caracteriza como setor de grande impacto ambiental adverso, além de consumir recursos naturais, gera uma série de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas.

Na Simbiose Industrial, os vários agentes (*stakeholders*) que participam, direta ou indiretamente, das atividades das empresas são os grandes propulsores das mudanças em prol da prevenção da poluição. Essa relação entre as partes pode acontecer de diversas formas, formando uma rede de melhorias ambientais conjuntas. É exatamente neste ponto que esta pesquisa pretende expandir-se e estudar a inter-relação das empresas com seus demais atores. Quem motiva quem? Quem ou quais são as molas propulsoras das mudanças ambientais? Que inter-relações com esse propósito já acontecem nas empresas? De que forma ocorrem?

Essas questões, abrangentes e complexas, são avaliadas e discutidas ao longo deste trabalho e aprofundadas em estudos de caso realizados em três empresas do setor. O estudo também contempla uma identificação das indústrias deste setor na área de abrangência citada, que aponta 331 empresas localizadas em 17 municípios dos trechos médio e inferior da Bacia dos Sinos, que é onde ocorrem os maiores impactos negativos oriundos de atividades industriais.

Dentro do contexto apresentado, o presente trabalho tem como principal objetivo o de contribuir para a minimização dos impactos ambientais gerados pelo setor metal-mecânico na Bacia do Rio dos Sinos, tendo como horizonte a Ecologia Industrial.

Aliando os resultados da identificação das indústrias e dos estudos de caso, o presente trabalho propõe um modelo de Simbiose Industrial, com o foco em co-produtos, aplicável ao setor, na área de abrangência da Bacia dos Sinos. O modelo é composto de sete etapas, que impulsionam as melhorias ambientais dos participantes, englobando desde a realização de uma gestão ambiental preventiva até a criação de uma rede de intercâmbios de co-produtos e recursos intangíveis, como conhecimento e informações. Para tal, diversos *stakeholders* são fundamentais, como entidades de apoio, universidades e instituições de fomento.

Os estudos de caso demonstram que não existe uma única resposta à questão sobre os motivos das empresas para aprimorarem-se ambientalmente. A empresa X possui uma motivação exclusivamente cultural. A Empresa Y tem sua motivação mais arraigada na pessoa do diretor da empresa no que na empresa, embora exista um grande esforço do diretor para tal. Já na Empresa Z, a motivação é exclusivamente estratégica. De qualquer forma, os estudos demonstram que a cultura ou educação ambiental direcionam os motivos da mudança.

Identificaram-se relações simbióticas entre empresas e stakeholders nos três casos estudados.

Palavras-chaves: Simbiose Industrial, Ecologia Industrial, Resíduos Sólidos Industriais, *Stakeholders*, Redes Inter-Organizacionais, Intercâmbio de Co-Produtos

## **ABSTRACT**

Over the years, industrial development has brought positive and negative impacts on society. The metal mechanic sector is embedded in this respect because it is characterized as a sector of major adverse environmental impact, in addition to consuming natural resources; it generates a series of solid wastes, liquid effluents and atmospheric emissions.

Industrial Symbiosis in the various actors (stakeholders) involved, directly or indirectly, the activities of firms are major drivers of change towards pollution prevention. This relationship between the parties can happen in various ways, such as forming a network of joint environmental improvements. It is exactly this point that it intends to expand and explore the inter-relation of the companies with their other players. Who drives whom? Who or what are the mainsprings of environmental change? Those inter-relationships for this purpose is already happening in business? How do they occur?

These issues, comprehensive and complex, are addressed, evaluated and discussed throughout this work and in-depth case studies in three companies in the industry. The study also includes an identification of the industries of this sector in the area range cited, which identifies 331 companies located in 17 cities from the medium and lower Basin of the Sinos River, which is where the greatest impacts occur from industrial activities.

Within the context presented, this dissertation main objective is to contribute to the minimization of environmental impacts caused by the metal-mechanic sector in the Basin of Sinos River, having in mind the Industrial Ecology.

Combining the results of identification of industries and case studies, this dissertation proposes a model of industrial symbiosis, focusing on by-products, applicable to the sector in the area of the Basin of the Sinos River. The model consists of seven steps that drive environmental improvements of the participants, comprising the implementation of a preventive environmental management for creating a network for exchange of by-products and intangible assets such as knowledge and information. To this end, several stakeholders are the key, such as support entities, universities and funding institutions.

The case studies show that there is no single answer to the question about the motives of companies to improve themselves environmentally.

Company X has a purely cultural motivation. Company Y has its motivation rooted more in the person of the company's director from the company, although there is a great director for this effort. In the Z Company, the motivation is purely strategic. Anyway, studies show that culture or environmental education directs the reasons for the change.

It was identified symbiotic relationships between companies and stakeholders in the three cases studied.

**Key Words:** *Industrial Symbiosis, Industrial Ecology, Industrial Solid Waste, Stakeholders, Inter-Organizational Network, Exchange of By-Products.*

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ACV - Análise do Ciclo de Vida  
APP - Área de Preservação Permanente  
BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento  
CETREL - Central de Tratamento de Efluentes Líquidos  
CIC - Centro Indústrias de Cachoeirinha  
CNRH - Conselho Nacional Recursos Hídricos  
CNTL - Centro Nacional de Tecnologias Limpas  
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente  
CONSEMA - Conselho Estadual de Meio Ambiente  
CPDS - Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável  
CRH - Conselho de Recursos Hídricos  
DRH - Departamento de Recursos Hídricos  
EI - Ecologia Industrial  
EIA - Estudo de Impacto Ambiental  
EPA - Environmental Protection Agency  
FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Roessler  
IPA - Instituto de Pesquisas Ambientais  
KCIS - Kalundborg Center Industrial Symbiosis  
LISP - Landskrona Industrial Symbiosis Programme  
LO - Licença de Operação Ambiental  
MMA - Ministério do Meio Ambiente  
NEPOL - Núcleo de Estudos sobre Poder e Organizações Locais  
NP3 - Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas  
NUCMAT - Núcleo de caracterização de Materiais  
ONG's - Organizações Não-Governamentais  
ONU - Organização das Nações Unidas  
P&D - Pesquisa e Desenvolvimento  
P+L - Produção Mais Limpa  
PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos  
PGRS - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos  
PIE - Parque Industrial Ecológico

PL - Produção Limpa

PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente

PNRS - Política nacional de Resíduos Sólidos

PP ou P2 - Prevenção da Poluição

PPA - Programa do Plano Plurianual

PROCAM - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental

RIMA - Relatório de Impacto no Meio Ambiente

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SERH - Sistema Estadual de Recursos Hídrico

SGA - Sistema de Gestão Ambiental

SI - Simbiose Industrial

SIMECAN - Sindicato das Indústrias Metal-Mecânica e Eletro-Eletrônicas de Canoas e Nova Sta. Rita

SINDIMETAL - Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas, de Material Elétrico e Eletrônico de São Leopoldo

SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente

SSMA - Saúde Segurança e Meio Ambiente

UNEP - United Nations in Environmental Program

UNIDO - United Nations for Industrial Development

UNISINOS - Universidade do vale do Rio dos Sinos

USEPA - Agência Ambiental dos Estados Unidos da América

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Metodologia de pesquisa _____	21
Figura 2.2 - Localização dos bairros da cidade de Canoas/RS _____	25
Figura 2.3 - Mapa da delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos _____	25
Figura 3.1: Do fim-de-tudo à Sustentabilidade Ambiental _____	39
Figura 3.2: Níveis de abrangência da Ecologia Industrial _____	41
Figura 3.3: Três pilares da S.I _____	45
Figura 3.4: Rede se Simbiose Industrial expandida _____	46
Figura 3.5: Ganhos da Simbiose Industrial através do <i>Rondput System</i> _____	47
Figura 3.6: Custos e benefícios com implementação de medidas de P+L _____	62
Figura 4.1: Disposição percentual das empresas metal-mecânicas nos municípios dos trechos médio e inferior da Bacia dos Sinos _____	75
Figura 4.2: Disposição hipotética da densidade das 331 indústrias identificadas, por município _____	77
Figura 4.3: Fluxograma da 1º etapa do modelo de S.I _____	112
Figura 4.4: Fluxograma das 2º e 3º etapas do modelo de S.I _____	115
Figura 4.5: Fluxograma da 4º etapa do modelo de S.I _____	120
Figura 4.6: Fluxograma da 5º etapa do modelo de S.I _____	122
Figura 4.7: Fluxograma da 4º etapa do modelo de S.I _____	123
Figura 4.8: Fluxograma da 7º etapa do modelo de S.I _____	126

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Distribuição da geração de resíduos sólidos industriais perigosos _____	14
Tabela 1.2: Distribuição da geração de resíduos sólidos industriais não perigosos, por setor _____	14
Tabela 2.1: Macrozonas e municípios relacionados _____	22
Tabela 2.2 - Relação entre atividade econômica e risco ambiental ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. _____	23
Tabela 2.3: Panorama geral dos municípios que integram a Bacia dos Sinos e suas atribuições para este trabalho _____	24
Tabela 2.4: Critérios de seleção de municípios e respectivas zonas de pesquisa _	26
Tabela 2.5: Critérios para determinação de empresas-mãe _____	29
Tabela 3.1: Linhas estratégicas estruturadoras da Agenda 21 brasileira, segundo as diferentes dimensões da sustentabilidade _____	37
Tabela 3.2: Resultados da Simbiose Industrial em Kalundborg, Dinamarca _____	53
Tabela 3.3: Principais leis nacionais que possuem interface com a Simbiose Industrial (especificamente com resíduos sólidos industriais) _____	58
Tabela 3.4: Principais Leis Estaduais para regulamentação da gestão de recursos hídricos _____	72
Tabela 4.1: Exemplos de impactos ambientais de alguns segmentos do setor metal-mecânico _____	78
Tabela 4.2: Ações de melhorias ambientais da Empresa X. _____	81
Tabela 4.3: relação de resíduos da Empresa X e respectivos gerenciamentos _____	83
Tabela 4.4: Ramos e localização dos principais clientes da Empresa X. _____	85
Tabela 4.5 - Relação dos principais fornecedores da Empresa X _____	87
Tabela 4.6: Ações de melhorias ambientais da Empresa Y _____	92
Tabela 4.7: relação de resíduos da Empresa Y e respectivos gerenciamentos _____	94
Tabela 4.8: relação dos principais clientes da Empresa Y _____	95
Tabela 4.9: Relação dos principais fornecedores da Empresa Y _____	97
Tabela 4.10: Ações de melhorias ambientais da Empresa Y. _____	102
Tabela 4.11: relação de resíduos da Empresa Z e respectivos gerenciamentos _____	103
Tabela 4.12: relação dos clientes da Empresa Z _____	104
Tabela 4.13: Relação dos principais fornecedores da Empresa Z _____	105
Tabela 4.14: resultados da consulta aos especialistas. _____	127

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVOS	19
1.3 DELIMITAÇÃO DO TEMA	20
<b>2 METODOLOGIA</b>	<b>20</b>
2.1 CONHECIMENTO DO SETOR METALMECANICO NA BACIA DOS SINOS	21
<b>2.1.1 Identificação das indústrias e definição de critérios</b>	<b>21</b>
<b>2.1.2 Impactos ambientais do setor</b>	<b>27</b>
2.2 ESTUDOS DE CASO	28
<b>2.2.1 Critérios para escolha de empresas-mãe</b>	<b>28</b>
<b>2.2.2 Visita e aplicação de questionário</b>	<b>29</b>
2.3 ELABORAÇÃO DO MODELO DE SIMBIOSE INDUSTRIAL	30
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>32</b>
3.1 A EVOLUÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS	32
<b>3.1.1 Agenda 21</b>	<b>35</b>
3.1.1.1 Agenda 21 Global	35
3.1.1.2 Agenda 21 brasileira	36
<b>3.1.2 As preocupações ambientais na atualidade</b>	<b>38</b>
3.2 ELUCIDAÇÃO DOS PRINCIPAIS TEMAS E CONCEITOS RELEVANTES A ESTE TRABALHO	40
<b>3.2.1 Ecologia Industrial</b>	<b>40</b>
3.2.1.1 Histórico da Ecologia Industrial	42
<b>3.2.2 Simbiose Industrial</b>	<b>43</b>
3.2.2.1 Eco Parque Industrial - PIE	48
3.2.2.2 Barreiras para a Simbiose Industrial	50
3.2.2.3 Exemplos de Simbiose Industrial a nível mundial	51
3.2.2.4 Exemplos de Simbiose Industrial no Brasil	55
3.2.2.5 Legislação Ambiental interferente na Simbiose Industrial	57
<b>3.2.3 Ferramentas de Gestão Ambiental</b>	<b>59</b>
3.2.3.1 Prevenção da Poluição e Produção Limpa	59
3.2.3.2 Produção mais Limpa (P+L)	61
<b>3.2.4 Impactos Ambientais</b>	<b>63</b>

3.2.4.1 Classificação dos impactos ambientais .....	64
<b>3.2.5 Stakeholders .....</b>	<b>65</b>
<b>3.2.6 Bacias Hidrográficas .....</b>	<b>66</b>
3.2.6.1 Bacia do Rio dos Sinos e projetos .....	67
3.2.6.2 Legislação e atores .....	71
3.2.6.3 Histórico da gestão .....	73
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>75</b>
4.1 CONHECIMENTO DAS INDÚSTRIAS DO SETOR METAL-MECÂNICO.....	75
<b>4.1.1 Identificação das indústrias.....</b>	<b>75</b>
<b>4.1.2 Impactos ambientais do setor.....</b>	<b>78</b>
4.2 ESTUDOS DE CASO .....	78
<b>4.2.1 Empresa X.....</b>	<b>79</b>
<b>4.2.2 Empresa Y.....</b>	<b>90</b>
<b>4.2.3 EmpresaZ .....</b>	<b>100</b>
<b>4.2.4 Considerações finais sobre os estudos de caso.....</b>	<b>107</b>
4.3 MODELO DE SIMBIOSE INDUSTRIAL PARA CO-PRODUTOS.....	109
<b>4.3.1 Consulta aos especialistas.....</b>	<b>126</b>
<b>4.3.2 Considerações sobre o modelo de Simbiose Industrial.....</b>	<b>129</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>132</b>
5.1 SUGESTÕES DE CONTINUAÇÃO DO TRABALHO .....	133
<b>6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>134</b>
ANEXO 1 .....	140
ANEXO 2 .....	143

## INTRODUÇÃO

Sabe-se que as atividades industriais são responsáveis por uma das maiores parcelas de poluição, reconhecendo os impactos ambientais negativos atribuídos, principalmente, às suas atividades econômicas (TANIMOTO, 2004).

Nascimento et al (2008) coloca que, ao longo dos anos, o desenvolvimento industrial trouxe impactos positivos e negativos à sociedade. A rápida degradação do ambiente natural, a destruição da camada de ozônio, as alterações climáticas, o aumento do efeito estufa, a destruição das florestas, a chuva ácida, a poluição das águas, o lixo em excesso, os desperdícios de toda ordem, a pobreza, a miséria e a fome são alguns dos itens que precisam ser considerados na atual agenda de prioridades do planeta. É o lado negativo do desenvolvimento industrial.

Segundo a Lei 10.165, de 27 de dezembro de 2000, adaptada da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA, 2000), o setor metal mecânico, contido dentro da categoria “Indústria Metalúrgica”, possui classificação “A” como atividades potencialmente poluidoras e, “Alto” como usuários de recursos naturais. Dessa forma, esse setor se caracteriza como “Alto”, ou seja, grande impactante ambiental, pois além de consumir recursos naturais, gera uma série de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas.

O setor metal-mecânico no Estado do Rio Grande do Sul, em 2001, era composto de 935 empresas cadastradas FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, e para compor o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais foram inventariadas 537 empresas deste setor. Das empresas inventariadas, 70,63% era de pequeno porte, 22,68% de médio porte, 5,39% de grande porte e 1,30% de porte excepcional (FEPAM, 2001).

Quanto aos resíduos sólidos, as Tabelas 1 e 2 mostram o panorama da geração de resíduos sólidos industriais perigosos e não perigosos no Rio Grande do Sul, divididos por setores, das empresas inventariadas em 2001 pela FEPAM. Pode-se perceber nas figuras que o setor metal-mecânico, intitulado como “metalúrgico”, gera uma quantidade baixa de resíduos perigosos, em termos percentuais quando comparado aos outros setores, porém uma grande quantidade de resíduos sólidos não perigosos, com relação aos demais setores. Contudo, se forem analisadas as quantidades em toneladas, mesmo com relação a resíduos perigosos, 7% representa uma geração de 19.451,69 toneladas de resíduo por ano, que é uma

quantidade muito representativa. Para visualizar melhor essa problemática, pode-se pensar em número de caminhões de cargas, que possuem capacidade para carregar aproximadamente 13 toneladas/carga, pois são 1.500 caminhões por ano contendo resíduos perigosos. Quanto aos resíduos não perigosos, o setor metal-mecânico, no estado, está em 2º lugar na geração. São 258.462,48 toneladas/ano, ou aproximadamente 20.000 caminhões contendo resíduos.

Tabela 1.1: Distribuição da geração de resíduos sólidos industriais perigosos, por setor (FEPAM, 2001).

Setor Industrial	Número de Empresas Inventariadas	Quantidade de Resíduo Gerado (t/ano)	Quantidade de Resíduo Perigoso Gerado (t/ano)	Percentual de Resíduo Perigoso Gerado
Couro	443	243.881,86	120.170,62	49,27%
Metalúrgico	537	277.914,77	19.451,69	7,00%
Químico	230	283.585,89	17.725,61	6,25%
Mecânico	416	108.342,79	17.387,57	16,05%
Transporte	30	23.721,31	4.547,45	19,17%
Papel e Celulose	7	187.240,41	1.726,82	0,92%
Têxtil	17	2.921,28	852,42	28,88%
Lavanderia Industrial	4	448,44	259,4	57,84%
Minerais ã Metálicos	23	983,81	48,62	4,94%
	<b>1.707</b>	<b>1.129.068,94</b>	<b>182.170,21</b>	

Tabela 1.2: Distribuição da geração de resíduos sólidos industriais não perigosos, por setor (FEPAM, 2001).

Setor Industrial	Número de Empresas Inventariadas	Quantidade de Resíduo Gerado (t/ano)	Quantidade de Resíduo Não Perigoso Gerado (t/ano)	Percentual de Resíduo Não Perigoso Gerado
Químico	230	283.585,89	265.860,28	93,75
Metalúrgico	537	277.914,77	258.462,48	93
Papel e Celulose	7	187.239,39	185.513,59	99,08
Couro	443	243.881,86	123.711,24	50,73
Mecânico	416	108.342,79	90.955,22	83,95
Transporte	30	23.721,31	19.173,85	80,83
Têxtil	17	2.951,28	2.098,85	71,12
Minerais ã Metálicos	23	583,81	935,19	95,06

No setor metal-mecânico, até recentemente, o uso das tecnologias de fim-de-tubo, que são aquelas que apenas tratam e não previnem resíduos, ainda eram vistas como as melhores alternativas para “solucionar” a problemática dos resíduos. Porém, os investimentos em equipamentos e o alto custo para dispor resíduo tem feito os empresários repensarem as suas estratégias.

Além da questão dos custos ambientais, os diversos atores envolvidos e a sociedade de uma forma geral, têm exercido fortes pressões nas indústrias por produtos e processos mais “verdes”. Dessa forma, repensar a conduta ambiental tem se tornado estratégico para as empresas se desenvolverem e/ou se manterem no mercado.

Complementando essa tendência, Porter e Vvan der Linde (1995), colocavam que *“mudar de controle da poluição para a sua prevenção é um bom começo, mas as empresas devem ir além.”*

Desta forma, conceitos como desenvolvimento sustentável, gestão ambiental, sistema de gestão ambiental (SGA), certificação ISO 14001, Prevenção da Poluição, Produção Mais Limpa, passam a ser utilizados e buscados. Mais recentemente, conceitos como Análise do Ciclo de Vida (ACV), Ecologia Industrial (EI), e Simbiose Industrial (SI) podem se aplicar a este setor produtivo e trazer grandes benefícios na minimização de impactos ambientais.

Nesse contexto, com fortes apelos pela sustentabilidade, começam a “brotar” pelo mundo investimentos pesados em tecnologias ambientais que visam promover a economia de recursos naturais e maior eficiência energética. Um exemplo disso é a criação do *High-Tech Strategy on Climate Protec*, na Alemanha. Esse programa do governo alemão visa a inovação em tecnologias ambientais que possam, em um objetivo maior, auxiliar na proteção climática do planeta em um horizonte curto, médio e longo. Para isso, os pontos de destaque do programa vão incluir tecnologias altamente inovadoras para o desenvolvimento de veículos energeticamente eficientes, poderoso armazenamento de energia elétrica, bem como materiais para altas performances energéticas e com baixas emissões de carbono. Para melhor aproveitar o enorme potencial de energias renováveis, as tecnologias devem ser desenvolvidas para sistemas de armazenamento e distribuição da eletricidade gerada. Acredita-se que baixos níveis de emissões do carvão e do gás podem ser implementados apenas aumentando a sua eficiência energética em combinação com avanços no desenvolvimento de materiais e de capacidade de armazenamento

seguro para a separação de CO<sub>2</sub>. Novos domínios da tecnologia, como a energia solar térmica e fotovoltaica orgânica convertida em eletricidade tem destaque no programa alemão (FMER, 2009)

Para este trabalho, parte-se da analogia fundadora da Ecologia Industrial, de que a reestruturação dos sistemas industriais em direção à sustentabilidade ambiental deveria ter como base os princípios organizacionais dos ecossistemas naturais. Assim como estes se caracterizam pela reciclagem dos materiais, pela interdependência das espécies e pela utilização da fonte energética solar, os sistemas industriais deveriam otimizar o uso de energia, utilizar fontes renováveis, e promover o fechamento do ciclo de materiais por intermédio de múltiplas conexões das atividades de produção e consumo.

Na Simbiose Industrial, os vários agentes que participam direta ou indiretamente (*stakeholders*) são os grandes propulsores dessas mudanças em prol da prevenção da poluição. A relação dos *stakeholders* com as empresas pode se dar de diversas formas, formando uma rede de melhorias ambientais conjuntas.

É exatamente neste ponto que esta pesquisa pretende expandir-se, em estudar essas redes de empresas e demais atores e como elas se relacionam em prol de melhores desempenhos ambientais. Quem motiva quem? Quem exige de quem? Quem ou quais são as molas propulsoras? Que inter-relações com esse propósito já ocorrem nas empresas?

Essas questões, abrangentes e complexas, serão contempladas neste estudo, que visa auxiliar na minimização dos impactos ambientais gerados pelo setor metal mecânico na Bacia do Rio dos Sinos. Almeja-se também, construir um modelo de Simbiose Industrial aplicável a este setor, tendo como baliza, exemplos bem sucedidos de integração de empresas e *stakeholders* e tendo o propósito da Ecologia Industrial como horizonte.

### 1.1. JUSTIFICATIVA

Coimbra (2004) faz uma metáfora sobre as múltiplas faces das questões que envolvem o meio ambiente. Ele diz que “*a Questão Ambiental tem duas faces, assim como Jano, jovem rei do Lácio.*” Segundo a lenda, Jano vigiava, com suas faces as entradas e as saídas da cidade e era, também uma espécie de porteiro do céu. Em

tempos de paz, as portas permaneciam fechadas, porém, em tempos de guerra, as portas permaneciam abertas para que Jano, a qualquer momento, pudesse sair em socorro dos romanos. O autor, de uma forma mais filosófica, coloca a questão ambiental como sendo de múltiplas faces e voltadas para múltiplos aspectos do ambiente. Pois, não é uma questão fechada sobre si mesma, e sim, uma questão aberta porque, de muitos lados e a qualquer momento deve apontar a saída, algum tipo de socorro para a vitória das soluções ambientalmente acertadas e a continuidade da vida a favor do homem e da natureza.

O mesmo autor coloca que essa questão multifacetada tem seus aspectos científico (ou tecnológico), econômico, social, cultural e político. E cada um desses aspectos pode dividir-se em outros, à medida que são aprofundados por estudos e experiências. A amarração desses aspectos deve conduzir-nos a um novo humanismo, a uma nova forma de ser e atuar no mundo. Sem isso não haverá um tipo de gestão ambiental que possa responder aos incessantes desafios da problemática ambiental.

Atualmente, pode-se perceber uma mudança no comportamento das empresas com relação às questões ambientais. Os temas relacionados ao meio ambiente e atividades industriais era visto quase como um tabu até os anos 90. Com o início dos apelos dos ambientalistas e da opinião pública, os governos começaram a instaurar algum tipo de controle e penalidades através de legislações. De encontro a esses movimentos, ainda “inibidos” pelo poder econômico das grandes indústrias, o mercado começou a exigir alguns padrões e cuidados ambientais.

Como exemplo dessas mudanças, cita-se o conhecido caso “*The War of the Woods*” que ocorreu na Inglaterra, de 1980 a 1997, onde uma grande indústria madeireira, de forte poder econômico e social na comunidade, se obrigou, por pressões externas oriundas da sociedade e do mercado, a repensar os seus conceitos sobre seu manejo de madeira. Esse processo de mudança organizacional demorou 17 anos para se institucionalizar dentro da empresa e só realmente ocorreu quando os clientes começaram a reclamar e cancelar contratos (ZIETSMA, 2002).

A partir da segunda metade da década de 90, situações como essa relatada, vêm ocorrendo, no Brasil e no mundo, cada vez com mais frequência. As legislações ambientais, quando cumpridas, tornam os custos relacionados aos resíduos quase insustentáveis para muitas empresas. Além disso, principalmente nos últimos anos, os apelos por produtos “ambientalmente sustentáveis” tornaram-se quase que um

requisito para o comércio, salientando-se as normas (ISO 14001, por exemplo) e selos verdes.

Segundo Kiperstok et al (2003), o desafio do desenvolvimento sustentável para o setor produtivo requer o redirecionamento das ações para a fonte dos problemas e a busca por processos menos impactantes e mais limpos. Para que isso ocorra, as empresas precisam evoluir e a evolução tecnológica se torna uma das questões centrais, pelo menos em um primeiro momento. Para Ashford (2000) apud Kiperstok et al (2003), a capacidade de mudar tecnologicamente depende do conhecimento ou de informação sobre tecnologias mais limpas ou seguras. Esse conhecimento pode ocorrer através de “transferências” vindas de *stakeholders*, ou outras firmas, ou estudos e leituras sobre o assunto. A capacidade de mudança também cresce com os esforços para educar e treinar os colaboradores da empresa nos seus vários níveis.

Um ponto importante a ser considerado nesse contexto de mudanças é que a visão da evolução permanente das práticas preventivas impõe uma discussão sobre a velocidade desejada para essa evolução e a real possibilidade de se conseguir reverter o processo de degradação ambiental apenas a partir da evolução tecnológica. Nessa rota, porém, algumas etapas parecem estar permanentemente superadas. É o caso de se acreditar nas técnicas fim-de-tubo como principal instrumento de melhoria do desempenho ambiental. Por outro lado, outras práticas atuais ainda precisam ser superadas, como por exemplo, o fato de muitos profissionais ainda acreditarem que o compromisso com a “melhoria constante” dos modelos vigentes de certificação ambiental, possa ser considerado suficiente. Entendimentos deste tipo começam, em corporações mais ambientalmente comprometidas, a ser substituído pela explicitação de políticas que visam à produção com resíduo zero. De uma forma ou outra, a evolução do desempenho ambiental da tecnologia não se pode dar em uma velocidade inferior à do crescimento global do consumo. (KIPERSTOK e MARINHO, 2001).

Nesse panorama, a Ecologia Industrial torna-se um grande objetivo a ser alcançado por todas as cadeias produtivas. O emprego das diversas ferramentas de gestão ambiental se converge, tornando mais estreitas as relações entre empresas e *stakeholders*, e dessa forma, a busca pelas melhorias ambientais torna-se mais tangível e eficiente em termos de resultados, inclusive econômicos.

A cadeia produtiva metal-mecânica, como já mencionado anteriormente, necessita de mudanças em relação às questões ambientais envolvidas em suas atividades. As ferramentas que a Ecologia Industrial engloba, em especial a Simbiose Industrial, podem trazer inúmeros benefícios para este setor fazendo-se valer o papel dos diversos atores (*stakeholders*) envolvidos nesse processo de mudança.

Para o presente trabalho, o estudo está focado no setor metal-mecânico dentro da área de abrangência da Bacia do Rio dos Sinos, pois o mesmo, está sendo desenvolvido no âmbito do Projeto Plano Sinos - Plano de Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Este rio é uma importante fonte ambiental e econômica de recursos hídricos para o Estado do Rio Grande do Sul, onde diversos estudos e ações com foco na preservação e melhorias na qualidade de suas águas têm sido desenvolvidos. Nesse sentido, os prefeitos dos municípios que compõem a Bacia do Rio dos Sinos decidiram pela formação de um Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Pró-Sinos e da elaboração Plano Sinos. Este se trata de uma ferramenta que é capaz de articular os vários atores envolvidos, públicos e privados, visando a captação de recursos para melhorias no saneamento básico da região, que é um dos grandes agentes da poluição do Rio dos Sinos. Essas obras têm como objetivo melhorar a situação ambiental do rio e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população. Um dos objetivos do Plano Sinos está na melhorias ambientais focadas na prevenção da poluição nas indústrias dessa região buscam minimizar os impactos ambientais negativos das atividades produtivas, principalmente com relação ao tratamento e disposição de resíduos sólidos na região. É dentro desse objetivo do projeto que este trabalho está inserido.

## 1.2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral **estudar as inter-relações entre empresas do setor metal-mecânico e seus *stakeholders* nas mudanças ambientais dessas organizações tendo como base o conceito de Simbiose Industrial (SI)**. Os objetivos específicos são:

- Identificar empresas do setor metal-mecânico nas macrozonas médio e inferior da Bacia do Rio dos Sinos;

- Analisar as inter-relações entre empresas e seus *stakeholders* do ponto de vista ambiental e quais os motivos que levam as empresas a mudar de postura.
- Determinar quem são os stakeholders que interagem com as empresas nas mudanças ambientais, principalmente no que concernem a gerenciamento e intercâmbio de co-produtos.
- Elaborar um modelo de Simbiose Industrial para as empresas do setor metal-mecânico, na área de abrangência dos trechos médio e inferior da Bacia do Rio dos Sinos.

### 1.3. DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente estudo está limitado ao estudo da Simbiose Industrial focada em intercâmbios de co-produtos, oriundos de resíduos sólidos, entre indústrias do setor metal-mecânico dos trechos médio e inferior da Bacia do Rio dos Sinos.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa realizada neste trabalho é, basicamente, de cunho qualitativo, embora, em alguns momentos lançará mão de métodos de pesquisa quantitativos, como o *survey*, por exemplo.

A pesquisa *survey* pode ser descrita como a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população alvo, por meio de um instrumento de pesquisa, normalmente um questionário. A *survey* é apropriada como método de pesquisa quando: se deseja responder questões do tipo “o que?”, “por quê?”, “como?”, ou seja, quando o foco de interesse é saber “o que está acontecendo” ou “como e por que isso está acontecendo”. (FREITAS et al, 2000).

A pesquisa realizada possui propósito explanatório, que tem como objetivo estudar relações causais e questionar o porquê delas existirem. Os dados que serão coletados têm caráter longitudinal, pois serão coletados ao longo do tempo e em pontos específicos, determinados conforme os critérios estabelecidos, que serão descritos adiante. (PINSONNEAULT e KRAEMER, 1993 apud FREITAS,2000)

A Figura 2.1 expressa a composição da metodologia deste trabalho e adiante segue o detalhamento das atividades realizadas.

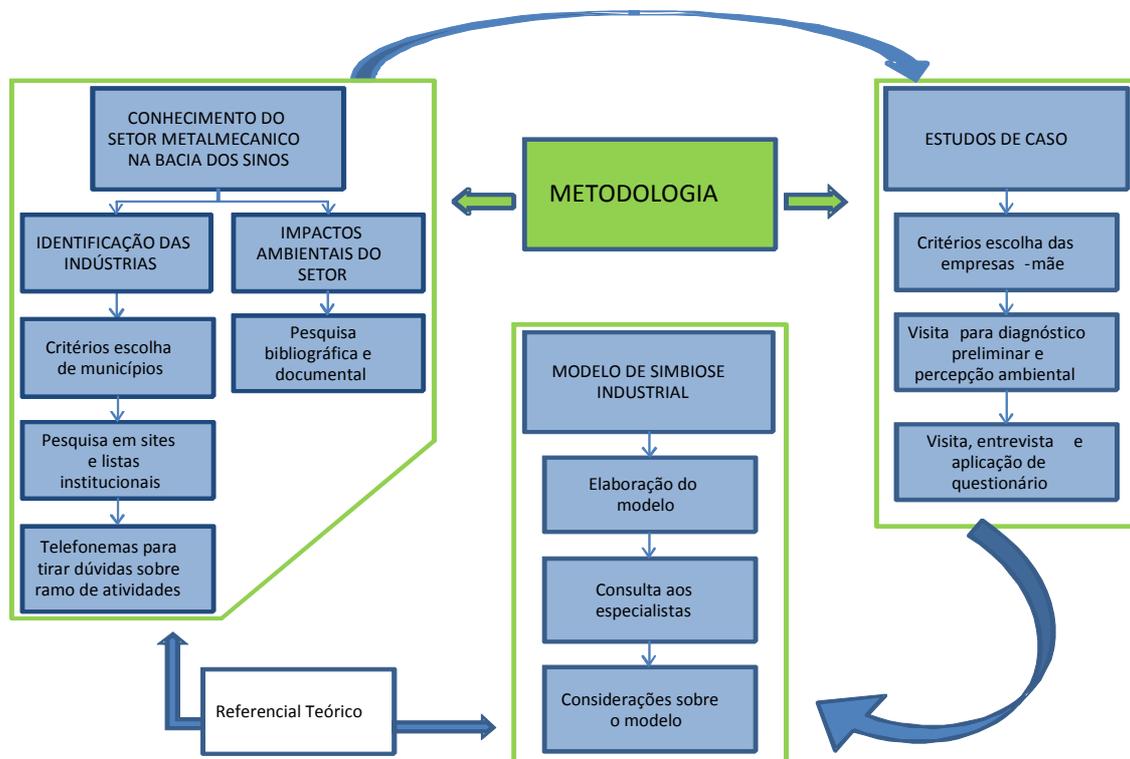


Figura 2.1 : Metodologia de pesquisa.

## 2.1 CONHECIMENTO DO SETOR METAL-MECÂNICO NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA BACIA DO RIO DOS SINOS

É imprescindível para uma pesquisa científica, de caráter *survey*, ou de caráter explanatório conhecer o seu objeto de estudo, neste caso o setor metal-mecânico localizado na área de abrangência da Bacia do Rio dos Sinos. Para esta etapa, foram realizadas as seguintes atividades:

### 2.1.1 Identificação das indústrias e definição de critérios

Para relacionar as indústrias do setor metal-mecânico primeiramente foram definidos os municípios a serem estudados. A Bacia do Rio dos Sinos contempla 32 municípios, porém nem todos possuem suas áreas territoriais totalmente dentro da bacia e suas atividades econômicas são distintas. Para atender ao escopo deste trabalho, interessam os municípios que possuem atividade industrial metal-mecânica e empresas que se localizem dentro da Bacia dos Sinos. Então, alguns critérios foram definidos.

### Critério 1

Segundo Pró-Sinos (2009), a Bacia dos Sinos contempla três macrozonas: parte superior, parte média e parte inferior, cada qual com seus municípios relacionados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Macrozonas e municípios relacionados (PRÓ-SINOS, 2009)

<b>Macrozona</b>	<b>Municípios</b>	
Parte Superior	Canela	Sta Maria do Herval
	Caraá	Sto Antonio da Patrulha
	Gramado	São Francisco de Paula
	Rolante	Taquara
	Riozinho	
Parte Média	Araricá	Ivoti
	Campo Bom	Nova Hartz
	Capela de Santana	Parobé
	Dois Irmãos	Portão
	Estancia Velha	São Sebastião do Caí
	Gravataí	Sapiranga
	Glorinha	Três Coroas
	Igrejinha	
Parte Inferior	Cachoeirinha	Nova Sta. Rita
	Canoas	Novo Hamburgo
	Esteio	São Leopoldo

Então, como Critério 1 de seleção de municípios, foram escolhidos os municípios que fazem parte dos trechos médio e inferior. São nestes trechos que estão os municípios com uma maior atividade industrial e associados a altos impactos ambientais, conforme parecer técnico de Souza (2008) para o Ministério Público do Rio Grande do Sul e demonstrado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Relação entre atividade econômica e risco ambiental ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. (Adaptado de SOUZA,2008).

<b>Trecho da Bacia</b>	<b>Atividade econômica</b>	<b>Risco ambiental</b>
Superior	Agricultura e pecuária leiteira em pequenas propriedades e produção de arroz. Indústrias dos ramos madeireiro, moveleiro, turismo, hoteleiro e comercial.	Reduzido e Médio (efluentes domésticos e industriais e ocupação de APP por área urbana)
Médio	Indústrias dos ramos coureiro-calçadista, comercial e serviços	Alto (efluentes domésticos e industriais – metais pesados – e ocupação de APP por área urbana)
Inferior	Indústrias dos ramos metal-mecânica, alimentícia, petroquímica e serviços	Alto (efluentes domésticos e industriais – metais pesados e hidrocarbonetos – e ocupação de APP por área urbana)

### Critério 2

Outra consideração relevante à identificação das indústrias foi o percentual da área do município dentro da bacia, conforme Tabela 2.3. Os municípios de Capela de Santana, Glorinha, não foram considerados por conterem menos de 2% de suas áreas dentro na bacia, apesar de estarem no trecho médio e inferior respectivamente, e por não possuírem indústrias metal-mecânicas nas bases de dados pesquisadas.

Tabela 2.3: Panorama geral dos municípios que integram a Bacia dos Sinos e suas atribuições para este trabalho. (Adaptado de SOUZA, 2008)

Município	População total (hab)	% Área na bacia	População na bacia
Araricá	4.032	99,00%	4.027
Cachoeirinha	107.564	19,17%	20.620
Campo Bom	54.018	100,00%	54.018
Canela	33.625	59,03%	17.071
Canoas	306.093	55,94%	171.217
Capela de Santana	10.032	1,42%	53
Caraá	6.403	99,67%	6.383
Dois Irmãos	22.435	8,92%	15
Estância Velha	35.132	93,53%	35.083
Esteio	80.048	100,00%	80.048
Glorinha	5.684	0,10%	5
Gramado	28.593	31,61%	7.496
Gravataí	232.629	16,00%	3.277
Igrejinha	26.767	93,17%	26.683
Ivoti	15.318	6,28%	96
Nova Hartz	15.071	98,04%	15.028
Nova Santa Rita	15.750	41,94%	13.311
Novo Hamburgo	236.193	100,00%	236.193
Osório	36.131	5,01%	274
Parobé	44.776	100,00%	44.776
Portão	24.657	85,99%	23.979
Riozinho	4.071	99,13%	4.058
Rolante	17.851	100,00%	17.851
Santa Maria do Herval	5.891	2,60%	45
Santo Antônio da Patrulha	37.035	32,58%	4.416
São Francisco de Paula	19.725	11,43%	6.987
São Leopoldo	193.547	100,00%	193.547
São Sebastião do Caí	19.700	3,57%	134
Sapiranga	69.189	58,95%	67.792
Sapucaia do Sul	122.751	100,00%	122.751
Taquara	52.825	93,26%	52.171
Três Coroas	19.430	94,16%	19.292

	Municípios excluídos
	Municípios $\geq 90\%$ na bacia
	Municípios $\leq 90\%$ na bacia

### Critério 3

A partir do conhecimento dos dados apresentados na Tabela 3.2, outro critério precisou ser criado em função de algumas cidades não estarem 100% dentro da bacia. Uma questão ocorreu: como contemplar, de uma forma mais acertada possível, as empresas metais-mecânica destes municípios? Assim, as indústrias tiveram de ser observadas por seus endereços e bairros e determinadas, visualmente, através de mapas municipais e da bacia, se seriam contempladas ou não nesta pesquisa. Um exemplo desse critério foi a cidade de Canoas, localizada

no trecho inferior do rio e que possui 55,94% de sua área na bacia. Nesse caso, foi determinado que as empresas localizadas nos bairros salientados em verde, conforme segue a Figura 2.2, seriam contempladas, e as demais não.



Figura 2.2: Localização dos bairros da cidade de Canoas/RS (PMC, 2009)

A Figura 2.3 indica, na área contornada em negrito, a delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

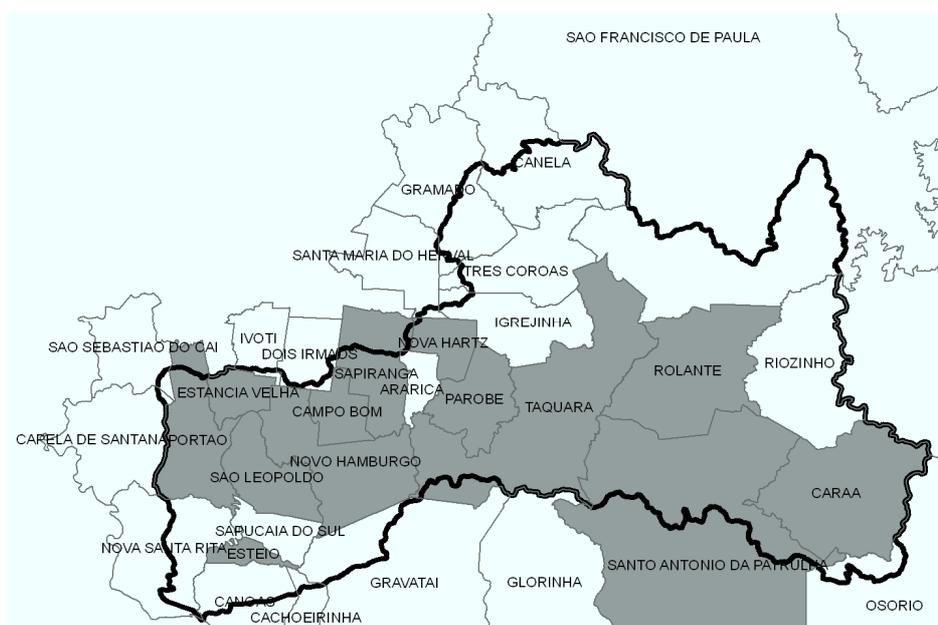


Figura 2.3: Mapa da delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (Pró-Sinos, 2009)

A Tabela 2.4 resume os critérios adotados para a determinação dos municípios e suas respectivas áreas de pesquisa.

Tabela 2.4: Critérios de seleção de municípios e respectivas zonas de pesquisa

CRITÉRIO	DETERMINAÇÃO
Critério 1	Seleção das macrozonas estudadas em função de atividades econômicas e impactos ambientais
Critério 2	Percentual da área dos municípios dentro da Bacia
Critério 3	Determinação das regiões dos municípios que não estão contidos 100% na Bacia

Após definidos os municípios, foram realizadas pesquisas nos sites das seguintes instituições:

- SINDIMETAL - Sindicato das indústrias Metalúrgicas, mecânicas, de Material Elétrico e Eletrônico de São Leopoldo. Este sindicato abrange, entre outros municípios, São Leopoldo, Esteio, Sapucaia do Sul, Dois Irmãos, Estância Velha, Campo Bom, Montenegro, Capela de Santana, São Sebastião do Caí, Ivoti, Portão, Novo Hamburgo, Sapiranga, Nova Hartz, e Araricá;
- SIMECAN - Sindicato das indústrias metal-mecânica e eletro-eletrônicas de Canoas e Nova Sta. Rita;
- CIC - Centro das indústrias de Cachoeirinha;
- VALEMETALSINOS - Grupo Setorial Metalmecânico;
- FUNDI-RS - Grupo de empresas de fundição do Rio Grande do Sul;
- TELELISTA - site de busca
- HAGAH - site de busca
- PROJETO MONALISA

Foram também relacionadas as empresas que fazem parte da base de dados do SEBRAE-RS Vale dos Sinos. Cabe ressaltar, que os dados coletados nos sites e listas do SEBRAE-RS foram comparados, de forma a não existir duplicidade.

De posse desses dados, precisava-se ter certeza de que as empresas relacionadas seriam indústrias. Ou seja, nas relações de empresas, estas ora poderiam ser indústrias, ora revendedores, prestadores de serviço, lojas, etc. Para o presente trabalho, o objeto de estudo são as indústrias do setor metal-mecânico.

Dessa forma, os seguintes cuidados foram tomados antes de aceitar as empresas na pesquisa:

- Nos casos das empresas com sites institucionais, estes foram visitados para elucidar a que ramo pertenciam;
- Foram aceitas razões sociais e/ou nomes de empresas que continham palavras que se referem a indústrias do setor (por exemplo, metalúrgica, usinagem, fundição, etc)
- Quando em nenhum dos casos acima e se possível fosse, contatos telefônicos foram realizados para solucionar a dúvida;
- Quando da ausência de certeza, as empresas foram excluídas da pesquisa.

### **2.1.2 - Impactos ambientais do setor**

Para conhecimento dos impactos ambientais relacionados ao setor metal-mecânico, foi realizada uma pesquisa em bibliografias, artigos, periódicos, anais de congressos, dissertações e teses universitárias. Para este assunto já existem pesquisas publicadas, não sendo necessário realizar uma nova pesquisa prática para este trabalho.

A indústria metal-mecânica possui uma gama extensa e variada de segmentos e processos. Assim sendo, para este trabalho foi delimitada a pesquisa de impactos ambientais apenas de alguns desses segmentos, que são: fundição de ferrosos, galvanoplastia, siderurgia e fundição de não-ferrosos. Esses foram escolhidos apenas para elucidar e exemplificar a quais tipos de danos ao meio ambiente, o presente trabalho se refere.

## 2.2 - ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso propostos neste trabalho têm como objetivo verificar, na prática, como se dá as relações entre empresas e os diversos atores envolvidos nas mudanças ambientais. Variáveis de cunho econômico, social, político, cultural e tecnológico são contempladas, pois a questão ambiental é multifacetada e deve ser considerada de forma holística. (COIMBRA, 2004).

Para atingir esse objetivo, faz-se necessário conhecer as empresas e como elas se relacionam do ponto de vista ambiental, desde o seu gerenciamento de resíduos até os motivos pelo qual a empresa realiza melhorias ambientais.

Então, em um primeiro momento, foram criados critérios para escolher as empresas a serem estudadas, intituladas neste trabalho como “empresas-mãe”.

### 2.2.1 Critérios para escolha de empresas-mãe

Para este trabalho foi definido que se estudaria três empresas-mãe, com diferentes atividades produtivas, e que atendessem a alguns requisitos. Dessa forma, foram criados critérios para definir as empresas a serem estudadas.

#### Critério 1

As empresas participantes devem ser do setor metal-mecânico e estarem localizadas dentro da área de abrangência da Bacia dos Sinos (vide critérios 2 e 3 para mapeamento de empresas no item 2.1.1 deste capítulo). A proximidade física facilita os intercâmbios de co-produtos e possibilitam a inter-relações de *stakeholders* de forma a contemplar os três pilares da Simbiose Industrial (informação geográfica, informação de processo e informação organizacional), minimizando os impactos ambientais negativos deste setor, na Bacia do Rio dos Sinos.

#### Critério 2

Possuir licença ambiental de operação (L.O), estadual ou municipal, em dia. Este critério já aponta empresas que tenham algum cuidado ambiental, mesmo que este seja apenas para atendimento à legislação local.

### Critério 3

Fazer uso de alguma ferramenta de gestão ambiental como SGA, P+L, entre outras, ou já aplicar melhorias ambientais, mesmo que essas não estejam formalizadas em uma ferramenta. Essas melhorias podem ser com relação a produtos, processos, tecnologias, gestão, treinamentos, entre outros.

### Critério 4

As empresas-mãe devem estar participando atualmente de algum grupo setorial ou de atividades conjuntas. Esse critério é importante pelo motivo de essas empresas já estarem se relacionando com outros atores como entidades de apoio, associativas, empresas parceiras, que tenham alguns objetivos em comum e, dessa forma, podem acrescentar suas experiências a este estudo.

A Tabela 2.5 apresenta os critérios para determinação de empresas-mãe, de uma forma resumida.

Tabela 2.5: Critérios para determinação de empresas-mãe.

CRITÉRIO	DETERMINAÇÃO
Critério 1	Empresas devem ser do setor metal-mecânico e se localizarem dentro da Bacia do Rio dos Sinos
Critério2	Possuir Licença de Operação Ambiental em dia.
Critério 3	Fazer uso de ferramentas de gestão ambiental ou aplicar melhorias ambientais
Critério 4	Empresas devem estar participando de algum grupo setorial ou de atividades conjuntas.

### **2.2.2 Visita e aplicação de questionário nas empresas-mãe**

Visitas às empresas-mãe foram realizadas para diagnóstico preliminar, a fim de obter-se uma percepção ambiental quanto a sua observância (da empresa) com as questões relacionadas ao meio ambiente. Coimbra (2004) define percepção como *“... perceber um fato, um fenômeno ou uma realidade, significa captá-los bem, dar-se conta deles com alguma profundidade, não superficialmente. É o que se espera dos agentes ambientais em suas análises e diagnósticos: uma percepção ambiental correta e, quanto possível, abrangente.(...). A percepção é o primeiro passo no processo do conhecimento e dela dependem aspectos teóricos e aplicações práticas.”*

A visita nas empresas antes da aplicação do questionário possibilita um maior embasamento para a confecção do mesmo e auxilia na determinação de quem irá respondê-lo e qual a melhor forma de entrega do questionário, se por email ou pessoalmente.

O questionário é o principal instrumento da pesquisa *survey* (Freitas et al, 2000) e sua aplicação nas empresas-mãe tem como objetivo realizar um diagnóstico ambiental das ações da empresa e dos *stakeholders* envolvidos nas trocas ambientais tangíveis e intangíveis. Para este trabalho, o questionário conta com questões relacionadas ao ambiente interno da empresa, microambiente e macroambiente, balizadas pela literatura de Nascimento et al (2008) e dissertações de Tanimoto (2004) e Starlander (2003). O Anexo 1 mostra o questionário aplicado nas empresas-mãe.

O questionário foi dividido em duas etapas: a primeira com relação à empresa e seus *stakeholders*, como um breve histórico, mercados de atuação, principais clientes e fornecedores, relações ambientais entre as partes, gestão, planejamento e motivações ambientais, ações de melhorias, barreiras para as melhorias e resultados percebidos com as mudanças de ordem ambiental. A segunda parte está relacionada ao processo produtivo da empresa como tipos de processos, aspectos e impactos ambientais, geração de resíduos e seus gerenciamentos, uso de água e energia, indicadores, quadros técnicos para meio ambiente.

As respostas a essas questões dão subsídios, em conjunto com o referencial teórico pesquisado, para o atendimento do objetivo geral deste trabalho que é “estudar as inter-relações entre empresas do setor metal-mecânico e seus *stakeholders* nas mudanças ambientais dessas organizações, identificando como e por quais motivos elas ocorrem, dentro do conceito de Simbiose Industrial”. Serve também de balizamento para a elaboração do modelo de Simbiose Industrial, para as empresas deste setor, na área de abrangência dos trechos médio e inferior da Bacia do Rio dos Sinos.

### 2.3 ELABORAÇÃO DO MODELO DE SIMBIOSE INDUSTRIAL

Com embasamento no referencial teórico deste trabalho, os dados coletados nos questionários e nas visitas às empresas foram reunidos com experiências profissionais (citadas mais adiante) e, assim, foi elaborado um modelo de Simbiose

Industrial, com foco em intercâmbios de co-produtos, para as empresas do setor metal-mecânico na Bacia do Rio dos Sinos.

Para a etapa de elaboração do modelo conta-se com os seguintes aportes:

- referencial bibliográfico de artigos, periódicos, teses e dissertações publicados contendo teorias e práticas aplicadas à Simbiose Industrial no Brasil e no mundo.

- resultados dos questionários e percepções ambientais verificados nos estudos de caso, principalmente obtidas nas visitas e entrevistas com os responsáveis e colaboradores nas empresas-mãe;

- experiências práticas com diagnósticos ambientais, avaliação de empresas para obtenção do Selo Qualidade Fundi-RS (programa da parceria entre fundições e SEBRAE-RS/SINDIMETAL/SENAI-RS/UNISINOS) e implementação de ferramentas de gestão ambiental em empresas do setor metal-mecânico. Ressalta-se que o grupo de pesquisa Núcleo de Caracterização de Materiais da UNISINOS – NUCMAT (sob a coordenação do orientador do presente trabalho e do qual esta pesquisadora participa como consultora) participa como apoiador de grupos setoriais do SEBRAE/RS e SINDIMETAL e atua como executor de projetos na área ambiental e tecnológica. Cita-se diversos trabalhos de consultoria ambiental Rocha et al (2006, 2006), Moraes et al (2007) e trabalhos de pesquisa aplicada publicados em congressos e periódicos nacionais (ROCHA et, 2006, 2007, 2007, 2008) E MORAES et al, 2008, 2009, 2009, 2010).

Após a elaboração da proposta de modelo de Simbiose Industrial para as empresas do setor metal-mecânico da região da Bacia dos Sinos, esta foi encaminhada para 16 especialistas avaliarem e fazerem suas sugestões. Estes profissionais foram escolhidos pelos seus setores de atuação, por seus conhecimentos das ferramentas de gestão ambiental e do âmbito empresarial e por suas interações (*stakeholders*) com o modelo, como por exemplo, consultores, fornecedores, gestores e engenheiros ambientais, professores universitários, diretores de empresas, e membros de entidades de apoio.

A seguinte pergunta foi encaminhada, por email, para os especialistas: *“Pela sua experiência, o modelo apresentado é aplicável no setor industrial onde atua? justifique sua resposta. Favor apontar, na sua opinião, as vantagens, barreiras, lacunas, outros possíveis atores envolvidos, e claro, suas sugestões”.*

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, primeiramente, se aborda o histórico das preocupações ambientais das sociedades desde 1960 até os dias atuais. Em seguida, são elucidados os principais conceitos que norteiam esta pesquisa.

#### 3.1 A EVOLUÇÃO DAS PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS

A preocupação com os impactos ambientais decorrentes da ação do homem no ambiente natural passou a merecer maior atenção a partir da década de 1960, motivada pela queda da qualidade de vida em algumas regiões do planeta. Surgiram movimentos ambientalistas em diversos países e foram criadas entidades não-governamentais (ONGs) sem fins lucrativos, assim como agências de governo para a proteção ambiental.

Nascimento et al (2008) faz um estudo da evolução histórica das questões ambientais que serve de balizador para os fatos históricos apresentados a seguir.

Foi na década de 1960 que começou propriamente a preocupação da sociedade com as questões ambientais, que se iniciou, a partir do livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), de Raquel Carson. Essa obra é considerada um marco na compreensão das interconexões do meio ambiente com a economia e a sociedade. No final dos anos 60, um grupo de cientistas europeus alertou, utilizando modelos matemáticos, sobre os riscos do crescimento econômico baseado na exploração de recursos naturais não-renováveis.

Em 1972, foi publicado o relatório *Limits to Growth* (Limites para o Crescimento) que prevê o esgotamento dos recursos naturais não-renováveis em poucas décadas, em uma relação entre demanda e consumo. Ou seja, sugeriu que as nações parassem de “crescer” desordenadamente e administrassem melhor os limitados recursos naturais. Isso gerou uma grande reação da comunidade internacional, pois impossibilitaria o desenvolvimento dos países pobres e, por conseguinte, beneficiaria os países ricos.

Esse documento foi de grande importância para chamar a atenção sobre os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente, o que despertou a consciência ecológica nas nações. Ou seja, começa-se a falar de meio ambiente a nível mundial. Um reflexo disso foi a I Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente,

organizada pela ONU em 1972, conhecida como Conferência de Estocolmo. Após a Conferência, as nações começaram a estruturar seus órgãos ambientais e estabelecerem suas legislações ambientais. Poluir passou a ser considerado crime em diversos países. Na mesma época, a crise energética, causada pelo aumento do custo do petróleo, fortaleceu as discussões sobre economia de recursos naturais. O conceito de desenvolvimento sustentável começou a se esboçar nesse período. Claro que tudo isso de uma forma ainda muito “tímida”. Em 1978, na Alemanha, surgiu o primeiro selo ecológico, o Anjo Azul, destinado a rotular produtos ambientalmente corretos.

Foi na década de 1980 que começaram a vigorar algumas legislações ambientais, principalmente com relação às indústrias. Começaram a surgir as primeiras organizações especializadas em estudos de impacto ambiental e controle de poluição.

Nas décadas de 70 e 80 tornaram-se conhecidos alguns acidentes ambientais sérios. Cita-se o caso de Seveso, na Itália, em 1976, o de Bhopal, na Índia, em 1984, o de Chernobyl, na então União Soviética, em 1986, e o da Basiléia, na Suíça, no mesmo ano. Na década de 80 também houve a primeira constatação da diminuição da camada de ozônio do planeta.

No final da década de 1980 as preocupações ambientais voltam a ser tema de discussões entre as nações. É nessa época que é firmado o Protocolo de Montreal, em 1987, que bane os hidrocarbonetos clorados e fluorados, os famosos CFCs, e estabelecem-se prazos para as nações se adequarem. Outro marco dessa década é a criação do Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, instituído pela Assembléia Geral das nações Unidas. Este, conhecido como Relatório de Brundtland, foi publicado em 1987 sob o título de *Nosso Futuro Comum* e disseminou mundialmente o conceito de desenvolvimento sustentável. Ainda nesta década, em 1989, aconteceu a Convenção da Basiléia, que estabeleceu regras para a movimentação de resíduos pelas fronteiras, proibindo o envio de resíduos para países que não dispunham de capacidade técnica legal e administrativa para recebê-los. Muitos países aderiram a essa Convenção.

A década de 1990 foi de suma importância para a evolução das preocupações ambientais pelo mundo e trouxe para as populações a responsabilidade pelos cuidados com o meio ambiente. A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Rio-92,

realizada em junho de 1992, no Rio de Janeiro, resultou em importantes documentos como a Carta da Terra (ou Declaração do Rio) e a Agenda 21.

Em 1997, foi anunciado o Protocolo de Kyoto, no Japão, tratado internacional negociado na Conferência das Partes da Convenção sobre Mudança do Clima das Nações Unidas, com vistas à redução de gases de efeito estufa pelos países. Apesar da negativa dos Estados Unidos (maior responsável pelas emissões de gases do mundo), o acordo entrou em vigor em 2005, totalizando 55 países, que respondiam a 55% das emissões globais. Esse acordo também representou uma oportunidade lucrativa para que as nações investissem em Mecanismos de desenvolvimento Limpo (MDL) nos países subdesenvolvidos para compensar os excessos de emissão em seus próprios países.

Foi na década de 90 também que entrou em vigor as normas britânicas BS 7750 – *Specification for Environmental Management Systems* (Especificações para Sistemas de Gestão Ambiental), que serviram de base para a elaboração da série de normas ISO 14000. A introdução da gestão ambiental e a adoção de códigos de conduta como o programa de Atuação Responsável das indústrias químicas, modificaram a postura reativa das empresas que, até então, viam a questão ambiental como um grande problema financeiro e diminutivo do lucro. Começa a surgir a preocupação com a imagem das empresas perante a sociedade.

No século XXI, em 2002, aconteceu a Cúpula Rio+10, em Johanesburgo, na África do Sul, que procurou fazer uma avaliação dos resultados obtidos nos dez anos que sucederam a Rio 92. O principal resultado da Conferência foi a geração de um plano de implementação, um documento com 62 páginas no qual constam os objetivos e os cronogramas de incentivo a ações em relação a uma ampla variedade de temas, tais como:

- Reduzir pela metade a proporção de pessoas que não têm acesso à água potável e saneamento até 2015;
- Recuperação das áreas pesqueiras até 2015;
- Reduzir a perda da biodiversidade até 2010;
- Usar e produzir produtos químicos que não agridam a saúde humana e o meio ambiente, em 2020.
- Aumentar o uso de energias renováveis urgentemente, porém sem prazo para atingir esta meta.

### 3.1.1 Agenda 21

Conforme mencionado anteriormente, a Agenda 21 foi um dos documentos resultantes da Conferência Eco 92, onde diversos países firmaram um compromisso com as melhorias ambientais a nível global e nacional, ou seja, cada país participante assumiu o compromisso de elaborar a sua própria relação de objetivos e metas, baseado na sua realidade socioeconômica e ambiental.

A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. (MMA, 2009).

#### 3.1.1.1 Agenda 21 Global

A Agenda 21 buscou reunir e articular diversas propostas para iniciar a busca pelo desenvolvimento sustentável. Conforme descrito no site do Ministério do Meio Ambiente – MMA, é a mais abrangente tentativa já realizada de orientar um novo padrão de desenvolvimento para o século XXI, cujo alicerce é a sinergia da sustentabilidade ambiental, social e econômica.

O documento possui mais de 500 páginas, divididas em 40 capítulos. Foi construído através de contribuições do governo e da sociedade civil de 179 países, em um processo que durou cerca de dois anos.

Está distribuído, basicamente, em quatro sessões (NASCIMENTO et al, 2008):

- **Sessão 1- Dimensões sociais e econômicas:** aborda o ponto de vista social, relacionados ao modelo de produção e consumo. Considera aspectos como o crescimento populacional, uso do solo e saúde humana.
- **Sessão 2- Conservação e gestão dos recursos para o desenvolvimento:** enfoca os recursos naturais, apontando critérios para sua utilização, de forma a preservá-los.
- **Sessão 3- Fortalecendo o papel dos principais grupos sociais:** aborda conceito de grupos (mulheres, crianças, idoso, indígenas, etc) e suas estratégias de sobrevivência.

- **Sessão 4- Meios para implementação:** indicam recursos materiais e humanos, mecanismos de financiamento existentes e a serem criados. Enfoca a cooperação entre as nações, instituições e segmentos sociais.

Além da Agenda 21, resultaram do mesmo processo quatro outros acordos: a declaração do Rio, a Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas, a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção sobre Mudanças Climáticas.

### *3.1.1.2 Agenda 21 brasileira*

A Agenda 21 Brasileira é um processo e instrumento de planejamento participativo para o desenvolvimento sustentável e que tem como eixo central a sustentabilidade, compatibilizando a conservação ambiental, a justiça social e o crescimento econômico. O documento é resultado de uma vasta consulta à população brasileira, sendo construída a partir das diretrizes da Agenda 21 global. (MMA, 2009)

A primeira fase desse processo foi a construção da Agenda 21 Brasileira. Esse processo que se deu de 1996 a 2002, foi coordenado pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional (CPDS) e teve o envolvimento de cerca de 40 mil pessoas de todo o Brasil. O documento Agenda 21 Brasileira foi concluído em 2002.

A partir de 2003, a Agenda 21 brasileira não somente entrou na fase de implementação assistida pela CPDS, como também foi elevada à condição de Programa do Plano Plurianual (PPA 2004-2007), pelo atual governo (Governo Lula). Como programa, ela adquiriu mais força política e institucional, fortaleceu o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e adotou referenciais importantes como a Carta da Terra.<sup>1</sup>

A Tabela 3.1 apresenta de uma forma resumida, o conjunto de estratégias identificadas para cada dimensão de sustentabilidade mencionada na Agenda 21 brasileira.

---

<sup>1</sup> A Carta da Terra, na íntegra, está disponível no site do Ministério do meio Ambiente – MMA.

Tabela 3.1: Linhas estratégicas estruturadoras da Agenda 21 brasileira, segundo as diferentes dimensões da sustentabilidade (MMA, 2004).

DIMENSÕES	LINHAS ESTRATÉGICAS				
<b>GEOAMBIENTAL</b>	1. Uso sustentável, conservação e proteção dos recursos naturais.	2. Ordenamento territorial.	3. Manejo adequado dos resíduos, efluentes, das substâncias tóxicas e radioativas.	4. Manejo sustentável da biotecnologia.	
<b>SOCIAL</b>	5. Medidas de redução das desigualdades e de combate à pobreza.	6. Proteção e promoção das condições de saúde humana e seguridade social.	7. Promoção da educação e cultura para a sustentabilidade .	8. Proteção e promoção dos grupos estratégicos da sociedade.	
<b>ECONÔMICA</b>	9. Transformação produtiva e mudança dos padrões de consumo.	10. Inserção econômica competitiva.	11. Geração de emprego e renda, reforma agrária e urbana.	12. Dinâmica demográfica e sustentabilidade.	
<b>POLÍTICO- INSTITUCIONAL</b>	13. Integração entre desenvolvimento e meio ambiente na tomada de decisões.	14. Descentralização para o desenvolvimento sustentável.	15. Democratização das decisões e fortalecimento do papel dos parceiros do desenvolvimento sustentável.	16. Cooperação, coordenação e fortalecimento da ação institucional.	17. Instrumentos de regulação.
<b>DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO</b>	18. Desenvolvimento tecnológico e cooperação, difusão e transferência de tecnologia.	19. Geração, absorção, adaptação e inovação do conhecimento.	20. Informação para a tomada de decisão.	21. Promoção da capacitação e conscientização para a sustentabilidade.	

Para a elaboração da Agenda 21 brasileira, foi criada a Agenda 21 local, que é um instrumento de planejamento das políticas públicas. Tal planejamento deve envolver a sociedade civil e o governo em processo amplo e participativo de consulta sobre os problemas ambientais, sociais e econômicos locais, propondo um grande debate sobre as soluções para esses problemas.

Para o governo brasileiro, a construção da Agenda 21 Local vem ao encontro com a necessidade de se construir instrumentos de gestão e planejamento para o desenvolvimento sustentável. O processo de Agenda 21 Local pode começar tanto por iniciativa do poder público quanto da sociedade civil. De fato, a Agenda 21 Local é processo e documento de referência para Planos Diretores e orçamento municipais, entre outros, podendo também ser desenvolvida por comunidades rurais, e em diferentes territorialidades, em bairros, áreas protegidas, bacias hidrográficas. E, reforçando ações dos setores relevantes, a Agenda 21 na escola, na empresa,

nos biomas brasileiros é uma demanda crescente, cuja maioria das experiências existentes tem-se mostrado muito bem sucedidas (MMA, 2009).

### **3.1.2 As preocupações ambientais na atualidade**

As alterações verificadas na atmosfera e biosfera são o resultado cumulativo de padrões globais de industrialização impostos por modelos ultrapassados de gestão ambiental. Essas tendências têm reflexos em termos da liderança ambiental, em nível nacional e local, podendo ser encaradas como uma condenação das abordagens convencionais de gestão ambiental. Dessa forma, a primeira abordagem reativa de “fim-de-tubo”, adotada no controle da poluição e que apoiou os instrumentos e ferramentas de gestão, até meados do ano 2000, tornou-se impotente para lidar com problemas globais.

A mudança para uma visão de sustentabilidade baseada nos três pilares da ecoeficiência: ambiental, econômica e social, para que uma empresa ou um processo seja válido, ou seja, ambientalmente compatível, economicamente rentável e socialmente justo, implica a adoção de modelos de gestão que identifiquem as causas dos problemas ambientais para evitar a necessidade de medidas de caráter corretivas, reduzindo os impactos provocados por estes no meio ambiente, possibilitando a definição de alternativas que sejam viáveis economicamente e que contribuam efetivamente para a melhoria da qualidade de vida na Terra (Sadler, 1994 apud Kiperstok et al, 2003).

Kiperstok et al (2002) esquematiza a evolução das preocupações ambientais das organizações no sentido de uma maior ecoeficiência. A Figura 3.1 retrata o esquema proposto pelo autor.

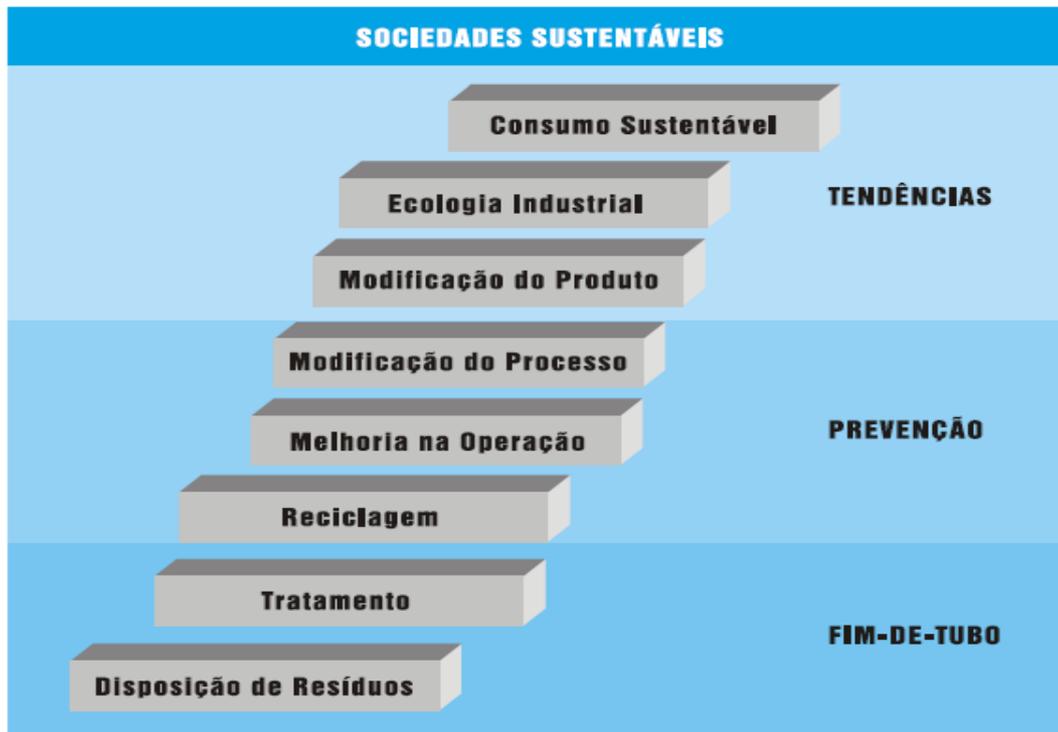


Figura 3.1: Do fim-de-tubo à Sustentabilidade Ambiental (Fonte: Kiperstok et al, 2002)<sup>2</sup>

Na medida em que se sobe a escada, aumenta-se a racionalidade e a produtividade no uso dos recursos naturais, aliando-se ganhos ambientais e econômicos.

Nos degraus mais baixos da escada encontram-se as denominadas medidas fim-de-tubo. Neles assume-se que os resíduos são inevitáveis e procura-se apenas reduzir o impacto no meio ambiente. Para isso, gasta-se energia e outros insumos.

Nos degraus intermediários estão representadas medidas que procuram modificar o próprio processo produtivo dentro de uma fábrica ou cadeia produtiva. Procura-se aqui identificar perdas e ineficiências que acabam se transformando em impactos ambientais, de forma a corrigi-las na fonte. Isto é, corrigir o próprio processo que as originou, para lhe agregar valor. Esse tipo de enfoque visa prevenir a geração de resíduos aproveitando melhor as matérias-primas e a energia. Além de reduzir o impacto nos pontos de lançamento, reduz-se o impacto causado na extração das matérias-primas (por exemplo, a P+L). Porém, com vistas a buscar a sustentabilidade ambiental, focar apenas melhorias de processos internos à unidade produtiva ou sua cadeia imediata não será suficiente.

<sup>2</sup> Conforme informação dos autores, esta figura foi publicada de uma forma equivocada pelo editor. Eles consideram a reciclagem como uma prática fim-de-tubo, e não como prevenção, como mostra a figura.

Nos degraus mais altos incluem-se medidas para as quais há necessidade de maior articulação, tanto com o mercado consumidor como com outros setores produtivos. Procura-se otimizar todo o mecanismo econômico-social para que este funcione articulado, respeitando a capacidade de suporte do nosso planeta. Esses degraus representam o grande objetivo da atualidade: associar desenvolvimento econômico com ecoeficiência, e assim, atingir o desenvolvimento sustentável e desacelerar a degradação ambiental do nosso planeta.

### 3.2 ELUCIDAÇÃO DOS PRINCIPAIS TEMAS E CONCEITOS RELEVANTES A ESTE TRABALHO

Esta sessão aborda os principais temas e conceitos utilizados neste trabalho. Têm como objetivo elucidar, através de referencial bibliográfico, os diversos termos e definições utilizados pela gestão ambiental, e que são relevantes neste projeto de mestrado.

#### **3.2.1 Ecologia Industrial**

Para Costa (2002), o conceito de Ecologia Industrial é baseado na premissa de que a reestruturação dos sistemas industriais em direção à sustentabilidade ambiental deveria ter como base os princípios organizacionais dos ecossistemas naturais. Assim como estes se caracterizam pela reciclagem dos materiais, pela interdependência das espécies e pela utilização da fonte energética solar, os sistemas industriais deveriam otimizar o uso de energia, utilizar fontes renováveis, e promover o fechamento do ciclo de materiais por intermédio de múltiplas conexões das atividades de produção e consumo.

A Figura 3.2 mostra os níveis de abrangência da Ecologia Industrial e como ela se relaciona com o processo produtivo.

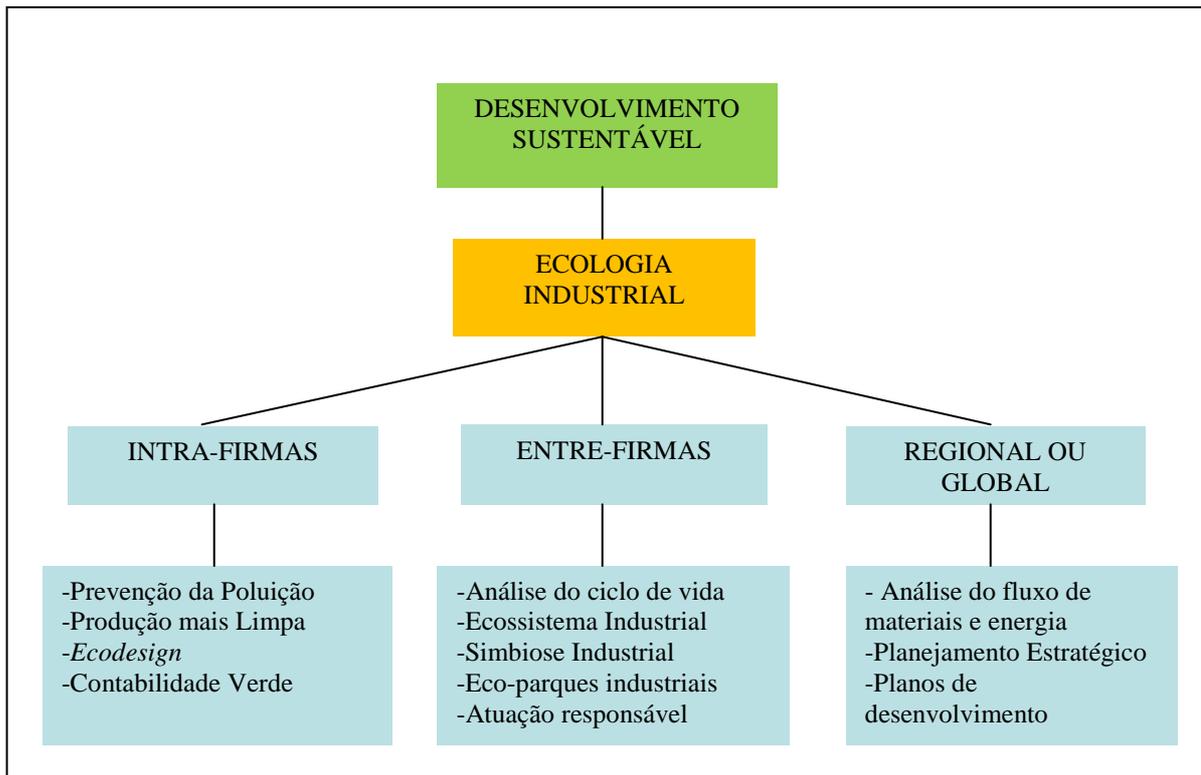


Figura 3.2: Níveis de abrangência da Ecologia Industrial (Adaptado de Chertow, 2000)

Kiperstok e Marinho (2001) colocam que a Ecologia Industrial visa, igualmente, como a Prevenção da Poluição ou a Produção Mais Limpa, prevenir a poluição, reduzindo a demanda por matérias-primas, água e energia e a devolução de resíduos à natureza. Porém, enfatiza a sua obtenção através de sistemas integrados de processos ou indústrias, de forma que resíduos ou subprodutos de um processo possam servir como matéria-prima de outro. Difere, nesse ponto, da Produção Mais Limpa, que prioriza os esforços dentro de cada processo, isoladamente, colocando a reciclagem externa entre as últimas opções a considerar. Parte da consideração de que, por mais que se aperfeiçoem os processos de limpeza da produção, sempre poderá ocorrer a geração de algum resíduo ou subproduto, para os quais não haja uma alternativa economicamente viável, se o processo for considerado de forma isolada. Alternativamente, a empresa poderá não ter interesse em desenvolver outro processo que o aproveite. A integração adequada de diferentes empresas, de forma que os resíduos e subprodutos gerados por uma delas possam servir de matérias-primas para outras, reduziria seu descarte na natureza. Da mesma forma, a sua utilização como matéria-prima reduziria a demanda por novos recursos naturais. Enfim, a intenção é fechar a cadeia produtiva.

A lógica de processamento interno de materiais e energia, utilizando, como matéria-prima, o que seria resíduo em outros processos, e disponibilizando os seus resíduos como alimentação de outros, é que leva à associação com a ecologia. O modelo ideal de referência seriam os sistemas naturais fechados, nos quais não cabem os conceitos de resíduos e matéria-prima. Não sendo possível repeti-los, procurar-se-ia aproximar-se deles o mais possível, reduzindo as pressões externas.

De uma forma geral, a Ecologia Industrial tem como objetivo principal a prevenção, seja ela da geração de resíduos, dos desperdícios nos processos ou do consumo insustentável de matérias-primas.

Como melhoria ao que fazer com o resíduo quando os fatores culturais, técnicos e econômicos não são favoráveis à 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 co-produtos e reinserindo-os como matéria-prima em outra cadeia produtiva (COSTA, 2002).

### *3.2.1.1 Histórico da Ecologia Industrial*

Tudo começou com o desenvolvimento do conceito de “metabolismo industrial”. A idéia de descrever os fluxos de material e energia, inerentes aos processos industriais, como um sistema metabólico, foi introduzida por Robert U. Ayres, que cunhou o termo. O conceito se fundamenta, basicamente, na aplicação do princípio de equilíbrio de massas à circulação de materiais e energia ao longo dos processos produtivos (KIPERSTOK e MARINHO, 2001).

O conceito de ecologia industrial, entretanto, deveria ir além. Erkman apud Kiperstok e Marinho (2001) entende que, a partir do conhecimento de como os sistemas industriais funcionam e são regulados, de suas interações com a biosfera e do conhecimento disponível sobre meio ambiente, esses sistemas seriam reestruturados para compatibilização com os ecossistemas naturais. Com base em Kiperstok e Marinho (2001), pode-se dizer que a analogia entre processos industriais e metabolismo esteve em uso durante a década de 80, desenvolvida em diversos trabalhos e em diferentes países (Estados Unidos, Áustria, França e Suíça), paralelamente. Os mesmos autores colocam que a idéia de ecossistema industrial

começou a surgir na década de 70 quando alguns ecologistas percebiam o sistema industrial como um subsistema da biosfera da qual demandam recursos e serviços. Teriam, portanto, que ser analisados conjuntamente. Uma das primeiras ocorrências do termo “ecossistema industrial” pode ser encontrada em um artigo de 1977 do geoquímico americano Preston Cloud, apresentado no Encontro Anual da Associação Geológica Alemã. Em 1976, no seminário promovido pela Comissão Econômica para a Europa, da ONU, os diversos artigos tratando do que foi chamado “tecnologia e produção sem resíduos” continham idéias semelhantes às discutidas hoje na Produção mais Limpa e na Ecologia Industrial.

Até os anos 80, ocorreram tentativas de discussão do novo conceito, mas com pouco resultado. No início da década, Charles Hall, ecologista da Universidade do Estado de Nova York, começou a ensinar o conceito de ecossistemas industriais e a publicar artigos a respeito; na mesma época, em Paris, Jacques Vigneron também lançou a noção de ecologia industrial. Mas os conceitos de Prevenção da Poluição e Ecologia Industrial somente se afirmam, no final da década. Em 1989, a Agência Ambiental dos Estados Unidos da América, USEPA, cria o seu escritório de Prevenção da Poluição. Ainda em setembro do mesmo ano, foi publicado um artigo de Robert Frosch e Nicholas Gallopoulos, na *Scientific American*, que é uma referência na consolidação e valorização do conceito. O título proposto pelos autores foi “Manufatura – A Visão do Ecossistema Industrial”, mas o artigo foi publicado com o título “Estratégias de Manufatura”. Nele, os autores argumentam ser possível desenvolver métodos de produção menos danosos ao meio ambiente, substituindo-se os processos isolados por sistemas integrados que chamaram de ecossistemas industriais. (KIPERSTOK e MARINHO, 2001)

A partir do início dos anos 90, ainda esses autores, informam que o conceito de ecologia industrial passou a ter um considerável impulso e ressonância, sem precedentes em relação ao considerável tempo anterior em que tal concepção vinha sendo abordada, e até praticada, mas sem merecer maior atenção.

### **3.2.2 Simbiose Industrial**

Segundo Mirata e Emtairah (2005), em paralelo ao surgimento da Ecologia Industrial (EI), outros estudos promovem novas formas de tratar das preocupações ambientais a nível local e regional. Isto é manifestado na disseminação da Simbiose Industrial que é definida como uma coleção de relações simbióticas regionais de

longo prazo, onde existem atividades que envolvem trocas físicas de materiais e energia, bem como o intercâmbio de conhecimentos, recursos humanos e técnicos, proporcionando simultaneamente benefícios ambientais e competitivos.

Conforme Chertow (2000), a expressão “simbiose” vem da biologia para se referir a relação entre seres vivos de espécies diferentes que, para sobreviver, se associam para que o esforço coletivo seja maior que a soma de esforços individuais. Da mesma forma para as empresas, onde as redes inter-organizacionais tendem a obter mais sucesso em ações conjuntas do que separadamente. O seu objetivo é fazer uso da proximidade espacial das atividades industriais em benefício ambiental e instaurar redes de intercâmbios.

Segundo Pereira (2007), a SI está baseada em três pilares:

- Informação geográfica, ou seja, informações sobre a localidade e região que está situada a empresa;
- Informação organizacional, ou seja, acesso a informações sobre as atividades da empresa e sua atuação no mercado;
- Informação sobre processos, ou seja, conhecimento sobre as atividades produtivas das empresas e como são seus processos.

É da inter-relação entre esses pilares que ocorre os intercâmbios de co-produtos e relações simbióticas. Esses pilares, além de oferecerem suporte às trocas materiais, possibilitam a criação de redes organizacionais locais com os objetivos propostos pela S.I. Os intercâmbios podem ocorrer em um grupo de empresas de um mesmo parque industrial, vizinhas ou de uma mesma região, que buscam a utilização de co-produtos (energia, água, e materiais) umas das outras, agregando valor ao que até então seriam resíduos.

A percepção trazida pela SI fornecem a base para as inter-relações das atividades industriais no nível local e facilitam o planejamento de sistemas industriais mais eficientes com ciclos cada vez mais fechados de materiais.

Segundo o mesmo autor, teoricamente a ausência de qualquer um dos pilares da SI invalidaria o processo de simbiose. Porém, por sua vez, esta rede pode buscar se relacionar com uma rede mais ampla ao invés de uma estrutura local. Por exemplo, um grupo de empresas interagindo para melhorar a performance ambiental, social e econômica em uma região e em busca de criar oportunidades de compartilhamento de serviços e facilidades em outra região. Seu objetivo é bem mais extensivo do que um intercâmbio de co-produtos.

Complementando os conceitos de Chertow (2000) e Mirata e Emtairah (2005), (2007) coloca que as inter-relações industriais para a SI podem englobar empresas de forma isolada, empresas pertencentes a parques industriais diferenciados, e organizações gerenciadoras de parques industriais. Pode incluir sistemas de recuperação de materiais, instituição de incubadoras de empresas, programas de treinamento conjuntos, serviços de atendimento a comunidade, entre outros. Assim, o processo de execução de relações simbióticas entre empresas deixa de ser uma relação de somente de parceria e passa a ser uma relação mercadológica. Conseqüentemente, a expansão da rede passa a utilizar apenas duas informações:

- Informação mercadológica, baseada na relação direta entre a oferta e procura por intercâmbio de materiais;
- Informação logística, baseada nos meios e métodos que facilitam o fluxo dos materiais/mercadorias.

Então, a Simbiose Industrial pode ocorrer de duas maneiras, uma observando os três pilares (informação geográfica, organizacional e de processos) ou de uma forma mais ampla, através de informações mercadológicas e de logística. As Figuras 3.3 e 3.4 esquematizam essas duas formas da Simbiose Industrial acontecer.

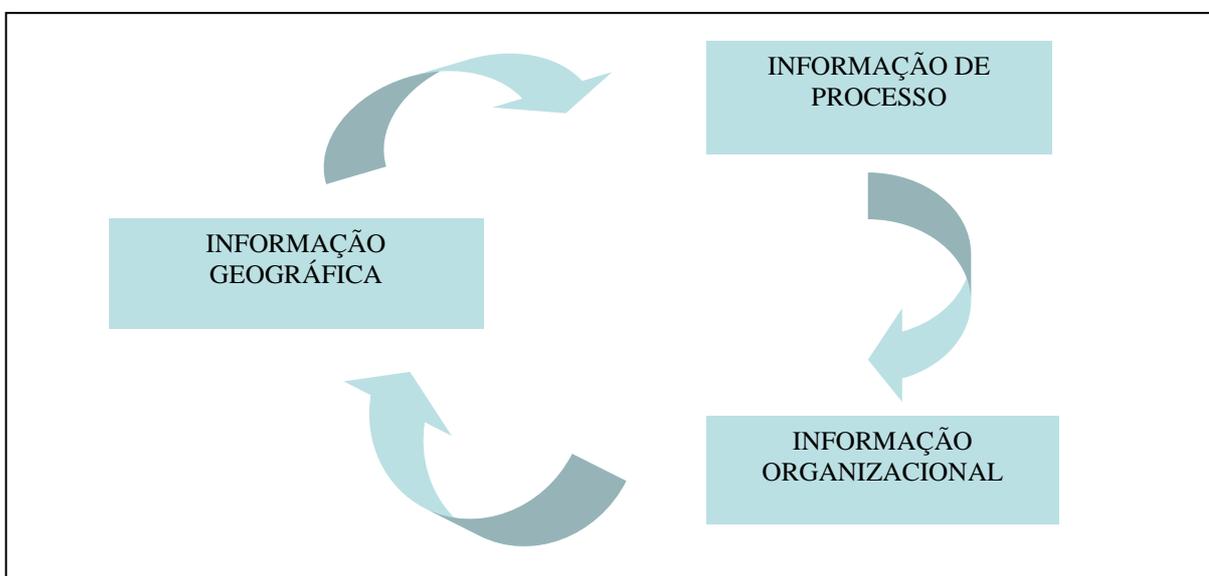


Figura 3.3.: Três pilares da S.I (adaptado de PEREIRA, 2007)

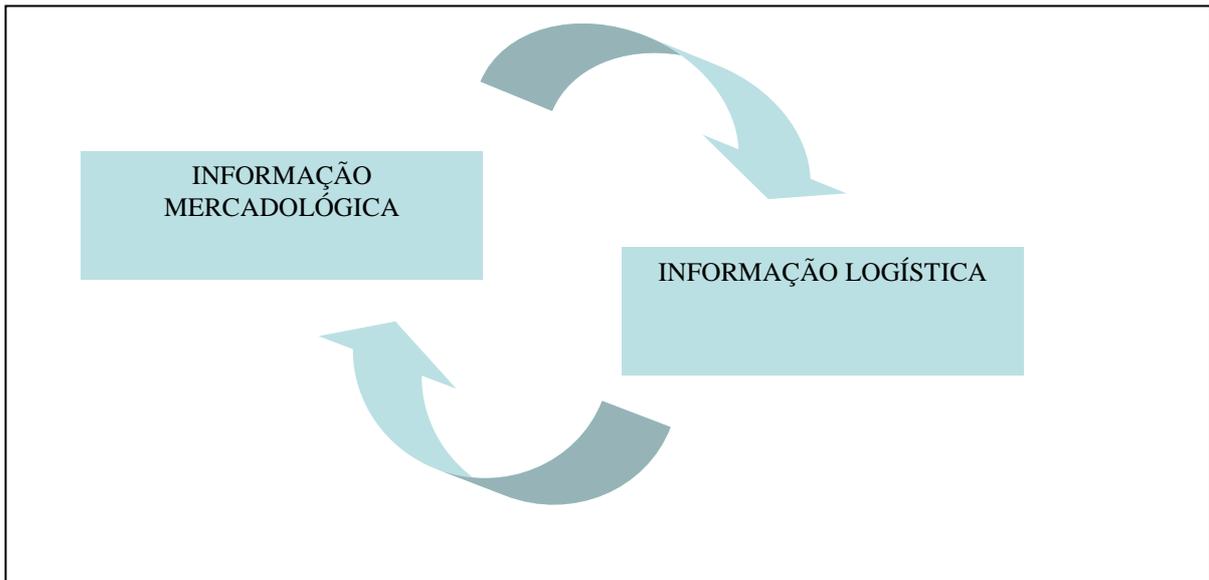


Figura 3.4: Rede de Simbiose Industrial expandida (adaptado de PEREIRA, 2007).

Outra questão importante de se abordar sobre a SI, além do intercâmbio de recursos tangíveis, é o intercâmbio de recursos intangíveis como: conhecimento, informações e recursos humanos (nível gerencial e operacional), onde, da mesma forma que os demais recursos, os custos são reduzidos e os benefícios são compartilhados. Essa abordagem vai ao encontro aos objetivos da SI, colocados por Starlander (2003), que aponta como objetivo central da SI o aumento do desempenho econômico das indústrias, a proteção ao meio ambiente e o desenvolvimento comunitário.

A figura 3.5 apresenta o uso da SI em um ecossistema industrial, onde A, B, C e D representam fluxo de resíduos, energia, água e outros serviços, utilizados como insumos no processo produtivo, envolvendo uma diversidade de atores (empresas, indústrias, setor público, setor privado, setor agrícola, comunidade). O consumo de recursos naturais, de energia, de água e a disposição de resíduos são reduzidos, ou seja, os recursos naturais são substituídos pelos resíduos gerados por outras indústrias e os recursos não renováveis pelos renováveis, resultando em ganhos econômicos, ambientais e sociais. As empresas também trocam outros serviços como transporte, recursos humano, infra-estrutura. Esse esquema de trocas e ganhos Korhonen (2005) denomina de “*roundput system*”, onde os ganhos acontecem em todas as etapas, tanto na entrada como na saída, formando uma situação cíclica de ganhos ambientais, econômicos e sociais.

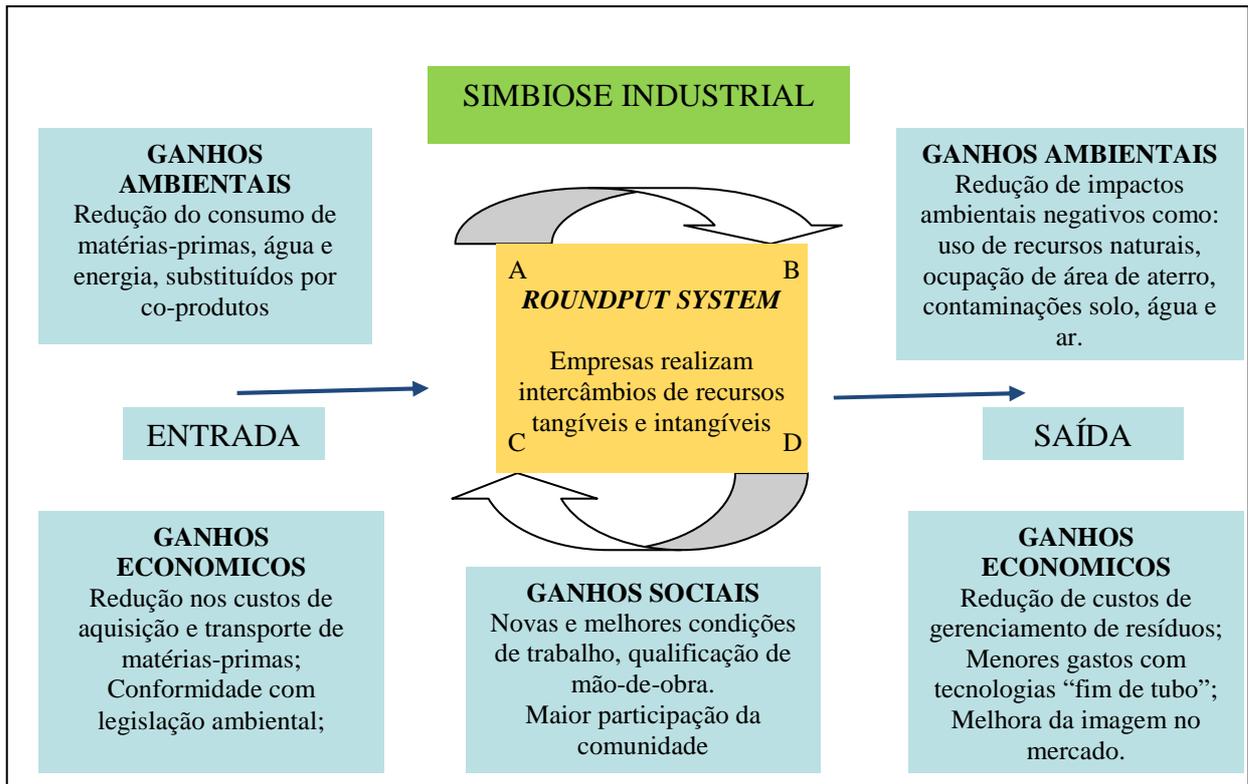


Figura 3.5: Ganhos da Simbiose Industrial através do *Roundput System* (adaptado de Korhonen (2005)).

Na prática, a Simbiose Industrial vem se desenvolvendo em diversos países, na medida que os países vão entendendo os seus princípios e sua relevância em termos ambientais e econômicos. Alguns programas já são referência em se tratando de resultados positivos e seus desenvolvimentos podem servir de base para estudos e compreensão das variáveis que são relevantes na construção de redes simbióticas visando melhor desempenho ambiental. Dentre essas variáveis, o posicionamento dos *stakeholders* é, geralmente, o fator determinante para as empresas aderirem a programas dessa ordem, ou seja, apelos da sociedade, clientes, governos, entre outros. Outro fator relevante é o econômico, ou seja, os gastos excessivos com resíduos e uso de recursos fazem as empresas repensarem as suas estratégias. Enfim, vários são os fatores que influenciam as empresas a formar essas redes (STARLANDER, 2003).

Inclusive, as empresas podem formar redes de relações simbióticas informais, como evidenciado em um estudo recente de Bain et al (2010) na Índia, apontando diversas trocas de co-produtos, obtendo um fechamento do ciclo de materiais em

95%, ou seja, os co-produtos são quase que totalmente reaproveitados, internamente, no próprio processo ou como matéria-prima em outras empresas. Essas iniciativas são impulsionadas por uma cultura local de reaproveitamento de materiais e acontecem de uma forma natural entre as organizações.

### 3.2.2.1 Eco Parque Industrial - PIE

Segundo Lowe (2001), o PIE é uma comunidade de empresas / indústrias que buscam melhorar seu desempenho econômico, social e ambiental cooperando e desenvolvendo parcerias umas com as outras e com a comunidade. As indústrias otimizam a produção, aumentam o lucro (redução dos gastos com aquisição de matéria prima substituídas por co-produtos, gastos com transporte e com a disposição de resíduos) e reduzem os impactos ambientais negativos.

Uma das diferenças entre o PIE e os distritos industriais convencionais é que o PIE utiliza os conceitos e as ferramentas da gestão ambiental preventiva e o distrito industrial não. Outra diferença é que o PIE integra os princípios da Ecologia Industrial e da Simbiose Industrial e, nos seus projetos, ressalta que a formação das parcerias resulta em vantagens competitivas.

Chertow (2000) coloca que um PEI não possui uma forma única ou um padrão de implantação, depende de algumas variáveis como o capital para investimentos, legislação, perfil das empresas e aspectos sócio-culturais da região. Assim, a Universidade de Yale dividiu os Eco Parques em 5 tipos, determinados principalmente quanto ao intercâmbio de materiais.

- Tipo 1 - Intercâmbio Externo de Resíduos: Caracteriza-se pela reciclagem, doação ou venda de material segregado através de um intermediário. Caracteriza-se pelo desenvolvimento de um banco de dados onde os resíduos demandados e ofertados pelas indústrias são permutados. Segundo a autora, este modelo apresenta uma perspectiva mais ambiental do que econômica e é considerada uma ação fim de tubo, caracterizado pelos programas de reciclagem de plásticos, papel, papelão e sucata metálica entre outros. Como exemplo pode-se citar as bolsas de resíduos.
- 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. Como exemplo, a autora cita o sistema desenvolvido na Universidade de Yale para reaproveitamento de peças e partes de equipamentos eletrônicos obsoletos, como microcomputadores (CAMPBELL,2002 apud TANIMOTO,2004)

- Tipo 3 – Entre Firms Instaladas em Pólos Industriais: Essas empresas localizadas dentro de uma localidade delimitada fisicamente, realizam trocas desde co-produtos, a água e energia, e podem fazer uso de informações compartilhadas. No Pólo Petroquímico de Camaçari ocorre ações de compartilhamento entre empresas como no transporte dos seus funcionários, na distribuição de energia e outros serviços (TANIMOTO, 2004).
- 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 e Lanskrone, na Dinamarca e Suécia respectivamente, são exemplos deste tipo de PEI (STARLANDER, 2003)
- 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 co-produtos aumenta em virtude do número de empresas que podem estar associadas. Nesta categoria, tem-se como exemplo o Projeto de Triangle J., na Carolina do Norte (KINCAID, 2001 APUD VEIGA, 2007), que envolve 182 empresas espalhadas em 6 municípios, além do suporte de 4 universidades da região. Esse tipo de PEI, pela maior abrangência da área geográfica, acaba por valer-se mais de trocas físicas.

Os conceitos de SI e PIE se confundem na literatura, porém, no momento que Chertow (2000) publica a tipologia mencionada anteriormente em seu artigo *Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy*, esses conceitos passam a ser sinônimos, principalmente quando mencionamos o PIE de tipo 5, onde as empresas associadas podem não estar em apenas uma cidade, e sim em uma região.

Cabe ressaltar que segundo Lowe apud Chertow (2000), os Eco-Parques Industriais devem ser caracterizados por um conjunto de ações, e não somente por:

- Uma simples rede de troca de co-produtos;
- 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;

Outra discussão que cabe neste momento ser feita é que não se pode dizer que as relações simbióticas pontuais entre empresas de uma mesma região se caracterizam como um Eco Parque Industrial. Para a criação do mesmo é necessário um arranjo de diversos atores em uma estrutura formal. Dessa forma, pode-se dizer que um PEI é o resultado da aplicação da Simbiose Industrial, segundo os conceitos abordados neste trabalho.

### 3.2.2.2 Barreiras para a Simbiose Industrial

Tanimoto (2004) aponta as barreiras para que as redes de inter-relações entre *stakeholders* se estabeleçam e a Si realmente ocorra. Abaixo segue a relação das barreiras identificadas pelo autor:

- Legislação: esta pode ora incentivar, ora dificultar as relações simbióticas da rede de empresas. Um exemplo de estímulo é a PNRS, que co-responsabiliza o produtor e o consumidor pela geração de resíduos. Como um exemplo de dificuldade para as empresas temos os altos custos de licenciamento ambiental e transportes de co-produtos, principalmente para pequenas e médias indústrias. Outra consideração importante quanto à legislação é quanto à classificação do material gerado como co-produto, que adota os conceitos para a destinação como resíduos, excluindo a consideração de re-uso;
- Economia e Negócios: culturas corporativas tendem a dificultar a busca das empresas por parcerias com relação a intercâmbio de co-produtos, muitas vezes, por não conseguirem visualizar seus benefícios econômicos e

ambientais, pois raramente as melhorias ambientais fazem parte do planejamento estratégico das empresas. Outras práticas empresariais comuns são apontadas como barreiras: o dilema de não estabelecer parcerias com concorrentes de mercado; o não uso de ferramentas de contabilidade ambiental; a não quantificação dos custos dos impactos ambientais (pré e pós-consumo); a necessidade de lucros imediatos que inviabiliza atividades de pouco ganho em muito tempo; os preços de recursos naturais e matérias-primas, às vezes, são inferiores aos reciclados; a incerteza da taxa de retorno do investimento em Simbiose Industrial; falta de financiamento para cobrir custos de consultorias ou pesquisas iniciais nas empresas (diagnóstico ambiental e caracterização de co-produtos).

- Percepção Pública: o uso de co-produtos como matéria-prima leva a impressão de que o produto final é de qualidade inferior a um produto que use apenas matérias-primas virgens e a repulsa dos consumidores em não aceitar o reaproveitamento de materiais.
- Técnicas Gerenciais: falta de parcerias entre empresas e instituições de pesquisa; ausência de profissionais qualificados nas empresas e *stakeholders*; ausência de visão sistêmica e holística da questão ambiental nos ciclos produtivos (ACV) por parte de todos os colaboradores das empresas; não mensuração econômica e quantitativa das melhorias ambientais; falta de comprometimento da diretoria da empresa em estabelecer parcerias com ganhos coletivos.

Cabe ressaltar que as barreiras para a realização da SI são diferentes para cada caso e cada região. Mesmo existindo barreiras representativas, existem muitos exemplos promissores de Simbiose Industrial. A seguir serão vistos, mais detalhadamente, alguns exemplos de Simbiose Industrial, já consagrados na literatura, e em ampla expansão no mundo e no Brasil.

### *3.2.2.3 Exemplos de Simbiose Industrial a nível mundial*

Os exemplos de SI a nível mundial que são descritos neste item são consagrados na literatura, principalmente o de Kalundborg, embora existam diversos outros exemplos de práticas de SI e Eco Parques Industriais mencionados em

artigos e periódicos. Veiga (2007), Fragomeni (2005) e Tanimoto (2004) em suas dissertações e teses, citam casos de SI em diversos países como: Estados Unidos, Canadá, México, Holanda, França, Tailândia, Coréia do Sul, Porto Rico, Colômbia. Outros trabalhos sobre SI são apresentados em diversos artigos como: na Suíça (ERKMAN E MASSARD, 2007), China (GENG et al, 2008), Índia (BAIN et al, 2010), e na Áustria (CHERTOW, 2000)

### Simbiose Industrial em Kalundborg, Dinamarca

O Eco-parque industrial de Kalundborg, na Dinamarca, é o exemplo clássico de simbiose industrial mais comentado na literatura internacional como modelo a ser seguido por outros países. Começou a ser desenvolvido em 1970 quando cinco indústrias em cooperação com o governo local (municipalidade), tentando reduzir os custos operacionais e atender a legislação ambiental buscaram encontrar uma solução para a questão do gerenciamento de resíduos industriais e obter um melhor aproveitamento da água utilizada pelas indústrias e pela município. As principais indústrias de Kalundborg são: Asnaes (termelétrica), Gyproc (placas de gesso), Novo Nordisk (farmacêutica e biotecnologia, fabricante de insulina), A-S Biotechnisk Jordrens (bio-remediação do solo), Statoil (refinaria de petróleo) e o município de Kalundborg (GERTLER e EHRENFELD, 1997).

Segundo o site oficial do *The Kalundborg Centre for Industrial Symbiosis* - KCIS (Centro de Simbiose Industrial de Kalundborg), na Dinamarca, a SI significa a co-existência entre os diversos organismos em que cada uma pode beneficiar-se dos outros. Neste contexto, o termo é aplicado sobre a cooperação industrial, tendo em Kalundborg, lugar propício para se verificar o desenvolvimento de processos simbióticos. Esses processos se desenvolveram espontaneamente ao longo de várias décadas, e hoje, possui cerca de vinte projetos desenvolvidos por sete empresas. Vale ressaltar que os projetos são ambientalmente e financeiramente sustentáveis.

O objetivo global da Simbiose Industrial em Kalundborg é melhorar a eficiência através de normas ambientais, desenvolvimento e intercâmbio de informações de utilização de subprodutos na indústria. Com estas ações, as empresas minimizam a utilização de energia, água e matérias-primas.

O exemplo de Kalundborg vai ao encontro com que foi comentado anteriormente sobre a SI ser uma rede de cooperação. Ainda com informações

pesquisadas no site oficial, o programa da Dinamarca é construído como uma rede de cooperação entre as sete empresas e o município, principalmente através de seus departamentos técnicos. O foco é explorar, uns dos outros, resíduos e subprodutos, em uma base comercial. Um subproduto de uma empresa torna-se um importante recurso para uma ou várias das outras empresas. O resultado é redução no consumo de recursos e uma redução significativa nos impactos ambientais. A Tabela 3.2 mostra os resultados quantitativos da Simbiose Industrial em Kalundborg. Ressalta-se que esses dados foram publicados em 1997, portanto pode-se inferir que esses ganhos podem ser ainda maiores atualmente.

Tabela 3.2: Resultados da Simbiose Industrial em Kalundborg, Dinamarca (GERTLER e EHRENFELD, 1997)

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

### Simbiose Industrial em Landskrona, Suécia

Segundo Mirata e Emtairah (2005), este foi o primeiro programa de Simbiose Industrial na Suécia, tendo seu início em 2002, na cidade industrial de Landskrona. Com os seus 38.000 habitantes e sua forte concentração de atividades industriais, a cidade vinha sofrendo fortes e persistentes pressões do departamento ambiental do município. Em paralelo à melhoria do desempenho ambiental, a estrutura empresarial da cidade também mudou, substituindo um conjunto diversificado de pequenas e médias empresas para um número limitado de grandes empregadores. Dessa forma, uma rede foi desenvolvida, criando assim o *Landskrona Industrial*

*Symbiosis Programme* (LISP), financiado pela *Swedish Business Development*. Inicialmente envolveu mais de 20 empresas públicas e três organizações. As empresas participantes pertencem a uma variada gama de setores, incluindo produtos químicos, gestão de resíduos, tratamento e reciclagem de metais, veículos automotivos, sementes agrícolas, transportes e logística. Por outro lado, as organizações públicas eram aquelas que geriam infra-estrutura e apoio ao programa.

No caso de Landskrona, uma equipe coordenou a aplicação de uma abordagem sistemática para auxiliar o desenvolvimento de conexões simbióticas. As etapas dessa abordagem foi centrada na análise inicial, sensibilização, tomada de dados estratégicos, a análise de dados, identificação de potencialidades e atividades de implementação. Abaixo, segue um roteiro das principais atividades:

- Identificação das partes principais cuja participação no LISP era desejável. Em uma reunião coletiva, as partes foram informadas sobre os objetivos do programa, seus potenciais benefícios e, a metodologia proposta para o seu desenvolvimento. Além disso, estas partes foram informadas sobre as dificuldades para o desenvolvimento do programa ao longo do tempo e suas respectivas funções para ajudar a superar estes obstáculos.
- Informações foram coletadas para desenvolver uma melhor compreensão das atividades das organizações participantes e elaborar um inventário dos seus recursos, necessidades e capacidades.
- Com base nesse inventário, as possíveis relações e, portanto áreas de colaboração entre os parceiros regionais foram identificadas. Estas áreas foram sobre os temas de energia, água, materiais e produtos químicos, combustíveis alternativos, logística e práticas de gestão.
- As partes que tinham relação com estas áreas foram encorajadas a se organizarem e trabalharem nas possibilidades identificadas.
- Interação e comunicação entre os participantes foram facilitadas através de reuniões periódicas (realizada em aproximadamente em intervalos de seis semanas), excursões, seminários e visitas de estudo.

### 3.2.2.4 Exemplo de Simbiose Industrial no Brasil

No Brasil, já existem projetos de Simbiose Industrial que estão em andamento, como os citados por Veiga e Magrini (2009) e Fragomeni (2005), no estado do Rio de Janeiro, e por Tanimoto (2004), no estado da Bahia. Os resultados desses projetos ainda não estão publicados em periódicos disponíveis, no entanto, se seguirem o mesmo curso dos projetos já consagrados a nível mundial, existe uma forte chance de se obter bons resultados ambientais e econômicos para as empresas participantes. A título de exemplificação, abaixo segue o detalhamento do projeto de SI no Pólo de Camaçari, na Bahia.

#### Simbiose Industrial no Pólo de Camaçari, na Bahia

Tanimoto (2004), em seu trabalho de mestrado, iniciou um importante estudo para a Ecologia Industrial no Brasil. Ele introduziu no Pólo Petroquímico de Camaçari, na Bahia, o conceito de Simbiose Industrial.

Na época do estudo, o complexo de Camaçari contava 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. 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 e a criação de uma Central de Tratamento de Efluentes Líquidos - CETREL. O arranjo físico e empresarial do Pólo permite a prática de geração e distribuição centralizada de utilidades e matéria prima 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 líquidos - CETREL, que também realiza monitoramentos 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 (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto no Meio Ambiente), 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. Além do atendimento das novas exigências ambientais foram introduzidos programas de qualidade e gestão ambiental nas empresas, visando a obtenção de certificações internacionais para se atingir os mercados europeus e americanos.

A diversidade de segmentos produtivos propiciou condições que facilitaram a quebra do paradigma da prática de fim de tubo para os resíduos gerados, na medida em que aumentaram as possibilidades de reaproveitamento de co-produtos de um segmento produtivo em outro até então desconhecido. Isso facilitou a implantação de um sistema de Simbiose Industrial aplicável a todo o complexo.

A metodologia de estudo e aplicação deste projeto contou com as seguintes etapas:

- 1ª etapa: revisão bibliográfica sobre o referencial teórico da Ecologia Industrial, incluindo a avaliação dos estudos de casos da literatura;
- 2ª etapa: 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;
- 3ª e última etapa: 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.

O trabalho de Tanimoto (2004) contribuiu para o início do desenvolvimento de um projeto pioneiro no Brasil. Não que não existissem outros projetos similares na época, porém formalmente, como Simbiose Industrial, pode-se dizer que foi o primeiro. Ainda não foram encontrados na literatura (livros e periódicos) os

resultados da aplicação desta pesquisa, nem o andamento atual da mesma. De qualquer forma, fazendo um link com projetos que já apresentam resultados a nível mundial, pode-se deduzir ganhos ambientais e econômicos para as empresas participantes e para a sociedade.

Nos exemplos de Si apresentados, tanto mundiais como no Brasil, pode-se identificar motivações semelhantes para o início das iniciativas. Em ambos os casos, o atendimento à legislação ambiental, redução de custos e expansão de mercados foram as molas propulsoras para a formação das redes. Contudo, o estudo recente de Simbiose Industrial em Karkanata, no sul da Índia, onde não existem pressões de órgãos ambientais, revelam um conjunto muito eficiente de relações simbióticas de reaproveitamento e reciclagem de co-produtos impulsionadas por cultura local de reaproveitamento e reciclagem de materiais e mínimo uso de matéria-prima virgem. (BAIN et al, 2010).

#### *3.2.2.5 Legislação Ambiental interferente na Simbiose Industrial*

A legislação é considerada como a principal ferramenta de controle da poluição industrial. Como tal, deveria priorizar a prevenção, a minimização e a valoração dos resíduos, expandindo a questão da responsabilidade do gerador e do consumidor. Nesse sentido, bem recentemente, no Brasil, foi aprovada, após 21 anos de tramitação a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, que regula o manejo, a co-responsabilidade, a prevenção, o tratamento e a disposição dos resíduos sólidos industriais e urbanos no Brasil. A aprovação desse instrumento torna-se um marco para a busca da sustentabilidade pela sociedade brasileira.

A legislação ambiental brasileira e do Estado do Rio Grande do Sul possui diversas diretrizes que regulamentam o tratamento dos resíduos, porém até então, ainda muito atreladas às práticas de fim-de-tubo. Na Tabela 3.3 estão relacionadas as principais leis e diretrizes brasileiras que possuem interface com a Simbiose Industrial.

Tabela 3.3: Principais leis nacionais que possuem interface com a Simbiose Industrial (especificamente com resíduos sólidos industriais)

Lei 6.938/1981	Institui a Política Nacional do Meio Ambiente
Lei 10.650/2003	Permite acesso público a documentos que tratem de matéria ambiental e a fornecer todas as informações ambientais que estejam sob sua guarda
Lei 9.605/1998	Lei de Crimes Ambientais
Política Nacional de Resíduos Sólidos/1989 em fase de sanção presidencial	Dispõe sobre diretrizes gerais aplicáveis aos resíduos sólidos no país
CONAMA 023/1996	Estabelece a proibição de importação e exportação de resíduos perigosos
CONAMA 009/1993	Gestão do óleo lubrificante usado
CONAMA 264/1999	Licenciamento de Fornos rotativos para atividades de co-processamento de resíduos
CONAMA 258/1999	Destinação final de pneus deve ser feita pelo fabricante
CONAMA 257/1999	Obrigatoriedade dos comerciantes receberem pilhas e baterias idênticas às vendidas
CONAMA 313/2002	Inventário Nacional de Resíduos Industriais
CONAMA 237/1997	Trata e direciona o EIA/RIMA e o licenciamento ambiental
CONAMA 275/2001	Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos

Fonte: adaptado de MMA (2010)

No âmbito estadual, existe a Lei 11.520/2000, atualizada até a Lei 12.995/2008, que institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul, CONSEMA 017/2001, que estabelece diretrizes para elaboração e apresentação de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e CONSEMA 038/2003, que apresenta critérios e prazos para o licenciamento concedido pela FEPAM. Outros CONSEMAS já existem e ainda estão sendo criados para delegar a responsabilidade pelo Licenciamento Ambiental aos municípios, como CONSEMA 101/2005, 102/2005 e 033/2003. (FEPAM, 2010)

### 3.2.3 Ferramentas de Gestão Ambiental

Para atingir melhores desempenhos ambientais, as empresas podem contar com diversas ferramentas gerenciais que facilitam a aplicação, o controle e o monitoramento das ações ambientais.

Como já colocado anteriormente, até a década de 2000, essencialmente, as atividades e tecnologias aplicadas às melhorias ambientais eram focadas no fim-de-tubo. A própria norma ISO 14001, era focada apenas na normatização e no controle das atividades através do Sistema de Gestão Ambiental – SGA, e não, propriamente, na prevenção de impactos ambientais.

Então, a partir da década de 2000, as ferramentas gerenciais para meio ambiente tomaram o curso da prevenção, seja de impactos ambientais, como de custos ambientais.

Como também já foi visto anteriormente, a Ecologia Industrial constrói uma trilha em direção ao desenvolvimento sustentável através de melhores desempenhos ambientais para os setores produtivos. Em seus níveis de abrangência estão contempladas as ferramentas de gestão ambiental, principalmente nos níveis intra e extra-firmas. Nesta sessão, serão vistas as ferramentas de gestão ambiental mais utilizadas pelas empresas na busca pela redução de impactos e custos ambientais. Elas contemplam basicamente melhorias no ambiente interno das empresas, mas já vislumbram a subida dos degraus da escada de Kiperstok et al (2002), mostrada anteriormente na figura 2.2.

#### 3.2.3.1 Prevenção da Poluição e Produção Limpa

Segundo Kiperstok et al (2002), a adoção de metodologias de Prevenção da Poluição vem sendo proposta como estratégia eficaz para evitar os desperdícios de matérias-primas e energia, convertidos em resíduos sólidos, líquidos e gasosos, responsáveis por adicionar custos aos processos produtivos e gerar problemas ambientais.

Atualmente é possível encontrar várias abordagens concorrentes promovidas no mundo por entidades nacionais e internacionais:

- PP ou P2 – *Prevention Pollution*, divulgada pela EPA – *Environmental Protection Agency* ;

- P+L – Produção mais Limpa, desenvolvida pela UNIDO – *United Nations for Industrial Development* e UNEP – *United Nations Environmental Program*;
- PL – Produção Limpa, defendida por organizações ambientalistas e vários centros de P&D – Pesquisa e Desenvolvimento;
- Ecoeficiência, desenvolvida pelo WBCSD – *World Business Council for Sustainable Development*.

A publicação do WBCSD intitulada *Eco-efficiency and cleaner production* (WBCSD,1996 apud KIPERSTOK ET AL, 2003), estabelece a perfeita complementaridade entre os conceitos de ecoeficiência, definida como uma orientação gerencial estratégica, cientificamente embasada, e Produção Limpa, definida como conjunto de procedimentos de chão-de-fábrica, muito mais integrado ao processo (KIPERSTOK ET AL, 2002).

Na literatura, é freqüente encontrar referências em relação à Produção Limpa (PL) como: “Tecnologias Limpas”, “Tecnologias mais Limpas”, “Produção Mais Limpa”, entre outras.

Dessa forma, é importante apresentar as características mais importantes, principalmente de Produção Limpa e Produção mais Limpa, para facilitar o entendimento do nível de comprometimento das empresas relacionado a cada um desses programas.

Segundo Furtado apud Kiperstok et al (2002), tanto Produção Limpa como Produção Mais Limpa são programas baseados no princípio da Prevenção da Poluição, defendendo a exploração sustentável de fontes de matérias-primas, a redução no consumo de água e energia e a Prevenção da Poluição utilização de indicadores de desempenho ambiental. No entanto, vale salientar que a proposta de Produção Limpa é mais audaciosa, pois:

- Baseia-se no princípio da precaução, o qual determina o não-uso de matérias-primas e não-geração de produtos com indícios ou suspeitas de provocar problemas ambientais;
- Avalia o ciclo de vida do produto/processo considerando a visão holística;
- Disponibilizam ao público em geral informações sobre riscos ambientais de processo e produtos;
- Estabelece critérios para tecnologia limpa, reciclagem atóxica, *marketing* e comunicação ambiental;

- Limita o uso de aterros sanitários e tem restrições à incineração como alternativa de tratamento de resíduos.

O conceito de Produção Mais Limpa será apresentado a seguir, de uma forma mais detalhada e com uma maior explanação, pois se trata de uma ferramenta de gestão ambiental mais usual e aplicável aos diversos setores produtivos. Ou seja, nos padrões atuais de produção e consumo, a Produção mais Limpa pode ser uma realidade, enquanto que a Produção Limpa seria quase que uma utopia nos dias de hoje, considerando a evolução das questões ambientais até então.

### 3.2.3.2 *Produção mais Limpa (P+L)*

“O princípio básico da metodologia de Produção mais Limpa (PmaisL) é eliminar a poluição durante o processo de produção, não no final. A razão: todos os resíduos que a empresa gera custaram-lhe dinheiro, pois foram comprados a preço de matéria-prima e consumiram insumos como água e energia. Uma vez gerados, continuam a consumir dinheiro, seja sob a forma de gastos de tratamento e armazenamento, seja sob a forma de multas pela falta desses cuidados, ou ainda pelos danos à imagem e à reputação da empresa.”  
(CNTL,2003)

Como já mencionado anteriormente, é a partir da década de 1990 que os conceitos de prevenção da poluição vêm crescendo nas indústrias, configurando uma atitude pró-ativa. Neste sentido, surge a abordagem da Produção mais Limpa, que é uma abordagem mais complexa, pois visa reduzir os impactos ambientais negativos e de custos elevados em toda a empresa, através da análise das causas da geração de resíduos e a alteração dos processos geradores destes.

O conceito de P+L desenvolvido pela UNIDO (2003) se caracteriza como uma aplicação contínua de uma estratégia ambiental de prevenção da poluição nas empresas focando nos produtos e processos, para otimizar o emprego de matérias-primas, de modo a não gerar ou a minimizar a geração de resíduos, reduzindo os riscos ambientais e trazendo benefícios econômicos para a empresa.

A seguir serão apresentados alguns benefícios da ferramenta de Produção mais Limpa apresentado pelo UNIDO/UNEP (UNIDO, 2003):

#### Benefícios Ambientais da P+L

Entre as principais metas ambientais da Produção mais Limpa podem ser incluídas:

- Eliminação/redução de resíduos;
- Produção sem poluição;
- Eficiência energética;
- Saúde e segurança no trabalho;
- Produtos ambientalmente adequados;
- Embalagens ambientalmente adequadas.

### Benefícios Econômicos da P+L

Comparando as mudanças que ocorrem na estrutura de custos de uma empresa em duas situações possíveis, quando não há e quando há investimento em Produção mais Limpa, verifica-se que neste último caso os custos decrescem significativamente com o tempo, resultado dos benefícios gerados a partir do aumento da eficiência dos processos, do uso eficiente de matérias-primas, água e energia, e da redução de resíduos e emissões gerados, como demonstrado na Figura 3.6 (CNTL, 2003)

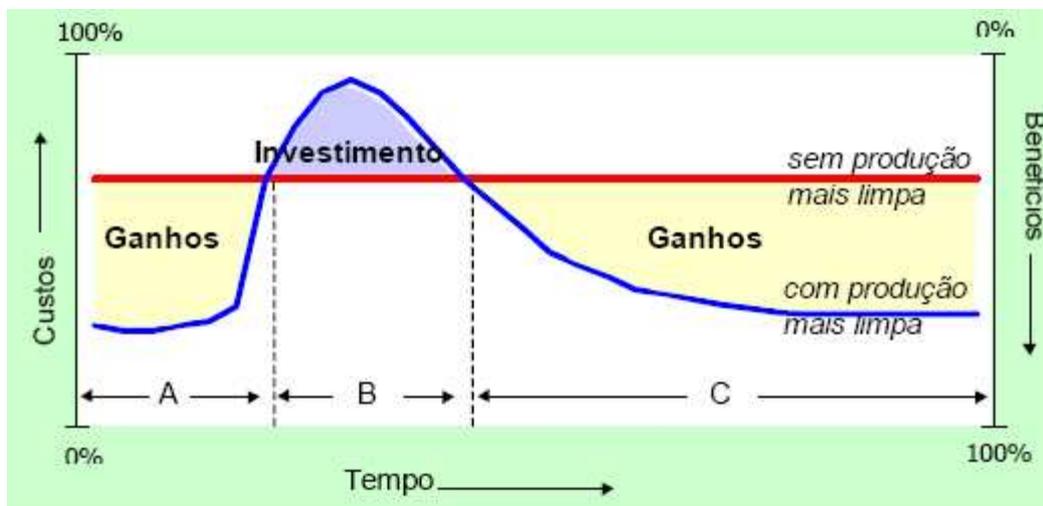


Figura 3.6: Custos e benefícios com implementação de medidas de Produção mais Limpa (CNTL, 2003)

Quando se toma a decisão de implantar ações de Produção mais Limpa, a princípio ocorre uma redução dos custos totais pela adoção de medidas sem investimento, como por exemplo, ações de boas práticas operacionais (*good-housekeeping*). Visualmente isto corresponde ao segmento A do gráfico.

Num segundo momento (segmento B) ocorre um incremento nos custos totais, resultado dos investimentos feitos para as adaptações necessárias, incluindo a adoção de novas tecnologias e modificações no processo existente.

Com a entrada em ação dos processos otimizados e novas tecnologias, ocorre uma redução nos custos totais que permite a recuperação do investimento inicial e, com o passar do tempo, os ganhos com a maior eficiência permitem uma redução permanente nos custos totais. Visualmente esta redução de custos pode ser observada na diferença entre as duas curvas, no segmento C da Figura 3.6..

### **3.2.4 Impactos Ambientais**

O homem é o grande agente transformador do ambiente natural e vem, ao longo do tempo, promovendo essas adaptações. O ambiente urbano, por exemplo, é o resultado de aglomerações localizadas em ambientes naturais modificados, de forma a adequá-lo às necessidades individuais ou coletivas e que, para sua sobrevivência e desenvolvimento, necessitam de recursos do ambiente natural. A maneira de gerir a utilização desses recursos é o fator que pode acentuar ou minimizar os impactos decorrentes dessa transformação. Esse processo de gestão está fundamentado em três variáveis: a diversidade dos recursos extraídos do ambiente natural; a velocidade de extração desses recursos, que permite ou não a sua reposição; e a forma de disposição e tratamento dos seus resíduos e efluentes. A soma dessas três variáveis e a maneira de geri-las define o grau de impacto do ambiente urbano sobre o ambiente natural. (PHILLIPPI JR. et al , 2004).

De encontro a isso, Kiperstok et al (2002) coloca que a evolução de alguns princípios ambientais se deu em razão do avanço dos impactos causados pelo homem sobre o meio ambiente. O agravamento das condições ambientais (ambiente urbano x ambiente natural) foi exigindo um aprimoramento de meios para a reversão dos problemas.

Ele ainda coloca que não se espera chegar a uma visão única quanto à gravidade dos impactos ou com relação à prioridade que deve ser dada na sua reversão. As visões sobre esse assunto dependem da realidade, das informações que se detêm e das experiências vividas. De uma forma abrangente, segue abaixo uma relação de impactos ambientais enumerados pelos referidos autores:

- Deposições ácidas (chuva ácida);
- Mudança climática e efeito estufa;

- Degradação da qualidade das águas subterrâneas;
- Degradação de águas superficiais;
- Degradação do solo;
- Buraco na camada de ozônio;
- Redução de habitat e biodiversidade;
- Névoas fotoquímicas (*smog*);
- Degradação das condições de habitabilidade urbana;
- Inserção de substâncias tóxicas na cadeia alimentar.

#### 3.2.4.1 *Classificação dos impactos ambientais*

Com o objetivo de tentar organizar para melhor estudar e entender os impactos ambientais, na literatura de Kiperstok et al (2002), eles são separados e classificados da seguinte maneira:

- Espaço: extensão espacial ou geográfica. Pode ser global, regional ou local. Alguns autores entendem que os impactos ambientais que se estendem por grandes áreas, ou por todo o planeta, são geralmente de maior importância do que os que são limitados a regiões menores. Efeitos ambientais locais, no entanto, são de grande importância para a região sob impacto
- Tempo: extensão temporal, como, por exemplo, pelo tempo que o impacto e seus efeitos persistem no ambiente. A duração pode variar de dias a anos, ou até mesmo séculos. Efeitos que duram apenas um curto período de tempo podem se comportar desta forma, por serem eliminados através de processos naturais, ou porque ações podem ser tomadas para reduzir o tempo de duração do impacto. Uma classificação temporal é importante, pois impactos ambientais que persistem durante longo tempo são geralmente de maior importância do que os que possuem duração limitada
- Risco: estas são freqüentemente muito subjetivas, já que riscos sociais são usualmente percebidos como de diferente importância, por diferentes pessoas, e a percepção de risco é afetada por muitos fatores. Os riscos podem ser considerados como: danos para sistemas planetários; danos para sistemas biológicos; perdas financeiras; e da qualidade de vida e estéticos.

Essas classificações freqüentemente fornecem uma lista de prioridades, baseada em sua “importância”, já que os impactos ambientais que têm maior extensão e maior duração, e que apresentam riscos para os sistemas planetários e humanos, são normalmente vistos como mais importantes do que outros. Outras classificações, baseadas no nível de importância do impacto ambiental, podem ser desenvolvidas.

As determinações de quais impactos ambientais são significantes, e quais as suas características definidoras, podem incluir certa dose de subjetividade, tornando difícil o desenvolvimento de uma classificação simples dos impactos ambientais, segundo seu grau de importância.

### 3.2.5 Stakeholders

Conforme Freeman apud Teixeira e Domenico (2008), “*stakeholders é qualquer grupo ou indivíduo que pode afetar ou ser afetado pelo alcance dos objetivos de uma corporação*”, incluindo:

- quem investe, financeiramente, na empresa;
- quem influencia os resultados da empresa, como, por exemplo, fazendo um bom ou mau trabalho;
- quem sofre conseqüências das ações organizacionais.

Segundo esta definição, os *stakeholders* podem ser entidades sociais – individuais ou coletivas - que podem, de alguma maneira, tanto no presente como no futuro, ter algum tipo de influência nos objetivos da empresa.

Teixeira e Domenico (2008) colocam como exemplo de *stakeholder*, aquele que sofre conseqüências de ações organizacionais, um líder comunitário que hoje não tem, aparentemente, nenhuma contribuição para os lucros de uma indústria localizada próxima à sua comunidade. Se a empresa, por exemplo, poluir o solo ou a água do seu entorno, essa pessoa poderá realizar alguma manifestação contra ela, afetando a sua imagem e, talvez até, os objetivos da organização para o futuro.

O conceito de *stakeholders* apresentado se refere a um conceito amplo. Outros conceitos poderão vir a ser encontrados na literatura, pois esse tema ainda é amplamente discutido entre os estudiosos. De qualquer forma, a discussão se restringe ao nível de abrangência dos envolvidos em uma atividade empresarial e a tendência é haver um consenso entre os diversos conceitos, no sentido de que o termo *stakeholders* seja utilizado para indivíduos ou grupos cujo relacionamento com

as organizações implicam em mutualidade, isto é, que levam a reciprocidade de ação. (STARIK apud TEIXEIRA e DOMENICO, 2008).

Quanto à classificação de *stakeholders*, também existe uma discussão sobre os critérios adotados para indicar quais grupos as organizações devem depositar sua atenção e quais deixar de lado. Freeman apud Teixeira e Domenico (2008), visando limitar a discussão em função de razões práticas, classificou os *stakeholders* em grupos de investidores, colaboradores, clientes, fornecedores e comunidade. Matsushita apud Teixeira e Domenico (2008) insere nesta classificação as instituições governamentais, instituições não-governamentais e concorrentes. Kotler (1998), em sua consagrada literatura de marketing, caracteriza os *stakeholders* da mesma forma e ressalta a importância das organizações manterem esses agentes satisfeitos. Já para Nascimento et al (2008), eles são classificados por grupos: *stakeholders* externos e internos. O primeiro significa qualquer grupo que tenha um interesse real ou potencial na organização, mas está fora dela, como clientes, entorno, fornecedores, sindicatos, mídia, parceiros, distribuidores, órgãos ambientais, entre outros; o segundo significa as pessoas ou grupos que estão no ambiente interno da organização, como funcionários, acionistas, sócios, estagiários, entre outros.

De qualquer forma, Nascimento et al (2008) coloca que é notório que os grupos de interesse têm poder de influência crescente sobre poderes executivos, opinião pública, mídia e, principalmente no Poder Judiciário. Portanto é cada vez mais importante que os *stakeholders* de uma organização sejam conhecidos e seus interesses avaliados, considerando-os no planejamento estratégico da empresa.

Neste trabalho, o termo *stakeholder* será mantido na sua forma original pelo motivo de ser muito usual e consagrado na terminologia de gestão, inclusive no Brasil. Segundo as literaturas estudadas, a tradução mais próxima seria “interessados”, ou seja, pessoas ou grupos que têm interesse em uma específica organização.

### **3.2.6 Bacias Hidrográficas**

O presente trabalho está sendo desenvolvido no âmbito do Projeto PLANO SINOS - Plano de Bacia do Rio dos Sinos, aprovado em edital nº 4.12 de 2007. A seguir será detalhado importantes características da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos.

### 3.2.6.1 *Bacia do Rio dos Sinos e projetos*

A problemática da poluição dos corpos hídricos de um modo geral nos remete a cuidados urgentes. O acidente ocorrido em outubro de 2006 no Rio dos Sinos (conhecido pela sociedade gaúcha e com repercussão a nível nacional e internacional) em que, aproximadamente, 80 toneladas de peixes morreram, deixa claro essa urgência. Além do desastre ambiental, várias famílias que viviam da pesca na região foram altamente prejudicadas. Isso também demonstra que a comunidade pode estar está exposta a riscos de contaminação, tanto da água como do solo e do alimento.

Fatos semelhantes ao desastre de outubro de 2006, em menor escala, são recorrentes, especialmente no trecho inferior do Rio dos Sinos, notadamente aquele que reúne a maior concentração de pessoas e indústrias. Tal trecho também integra a região Metropolitana de Porto Alegre e capital.

O Rio dos Sinos tem 190 km de extensão, apresentando suas nascentes a 600m de altitude e sua foz a 5m do nível do mar. Caracteriza-se por três trechos distintos: o superior, constituído por 25 Km de alta declividade (desde 600m até 60m de altitude); o médio, por 125 km de declividade intermediária (de 60m a 5 m), e o inferior, por 50 km praticamente planos. Seus principais formadores são os rios Rolante, da Ilha e Paranhana, todos pela margem direita e com nascentes na região serrana. Na porção inferior recebe vários arroios que drenam centros urbanos, como o Schmidt, o Pampa, o Luiz Rau, o Peão, o Canal João Corrêa, o Portão, o José Joaquim e o Sapucaia. (PLANOS SINOS, 2007).

Considerando a ocupação e utilização da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, surgem como prioridades de ação: (SOUZA, 2008)

- Efluentes industriais, principalmente das indústrias coureiro-calçadista (cromo, nutrientes e carga orgânica), metal-mecânica (metais pesados e cianeto) e petroquímica (mercúrio e hidrocarbonetos);
- Efluentes domésticos urbanos;
- Pedreiras de extração de arenito;
- Ocupação de APP por atividades rurais, principalmente cultivo de arroz, nos trechos médio e baixo dos Rios Paranhana, Rolante e Sinos;

- Ocupação de APP por áreas urbanas, principalmente no trecho baixo do Rio dos Sinos.

No sentido de remediar a situação atual do Rio dos Sinos e prevenir que novos desastres aconteçam, os prefeitos dos municípios que compõem a Bacia do Rio dos Sinos decidiram pela formação de um Consórcio Público de Saneamento Básico da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Pró-Sinos e da elaboração do Plano Sinos.

### O PLANO SINOS

O Plano Sinos trata-se de uma ferramenta de gestão do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, no qual fazem parte 32 municípios localizados na Bacia do Rio dos Sinos. Este projeto está dividido em etapas de desenvolvimento que visam a obtenção de uma eficiente gestão ambiental da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos. Entre outros objetivos do Plano Sinos, vale destacar o a execução do processo de planejamento do uso da água, aproximando-o da sociedade civil organizada, bem como a desmistificação da problemática associada aos recursos hídricos na Bacia, quanto às origens dos atuais problemas verificados, identificando os parceiros estratégicos para a implementação das ações futuras.

A gestão por bacia hidrográfica, incluída nesse Plano de bacia, implica em gerenciar mais do que um único recurso ambiental - a água, mas todos os demais envolvidos: recursos minerais e biodiversidade e *stakeholders*, sempre apoiada em ferramentas elaboradas com visão integrada e sistêmica.

Desde o planejamento, incluindo a efetiva realização/desenvolvimento do Plano Sinos, serão considerados os seguintes temas, fundamentais para a questão da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos:

- Aumento da oferta de água;
- Diminuição das demandas hídricas;
- Redução no lançamento de cargas orgânicas;
- Zoneamento ambiental para aplicação das regras para o licenciamento ambiental;
- Definição de vazão ecológica com base em critérios hidrológicos e biológicos ajustados à realidade da Bacia;

- Definição de diretrizes de outorga e cobrança associadas às ações propostas, à realidade atual da Bacia e ao PERH/RS;
- Estabelecimento de diretrizes específicas quanto ao gerenciamento integrado de resíduos sólidos na Bacia;
- Foco, também, na questão dos alagamentos e inundações de áreas urbanas e rurais; e
- Definição de áreas prioritárias para preservação (notadamente nas margens dos cursos de água, banhados e nascentes).

O Projeto Plano Sinos é capaz de articular os vários atores envolvidos, públicos e privados, visando a captação de recursos para melhorias no saneamento básico da região, que é um dos grandes agentes da poluição do Rio dos Sinos. Essas obras têm como objetivo melhorar a situação ambiental do rio e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população. Os efluentes industriais, embora relativamente bem controlados, associados aos resíduos sólidos tanto doméstico como industrial somam-se aos problemas de saneamento e resultam na alteração da qualidade das águas, cuja condição atual, em 50% da extensão do Rio dos Sinos se encontra na classe 4, segundo a Resolução CONAMA 357/05.

Anteriores a este, outros importantes projetos foram desenvolvidos na Bacia dos Sinos, que servem de embasamento para o desenvolvimento do Plano Sinos.

#### PROJETO MARCA D'AGUA

Trata-se de um estudo multidisciplinar e comparativo que visa acompanhar a evolução da gestão de recursos hídricos em nível de bacia hidrográfica no Brasil, ao longo de cinco a dez anos. Em 2001, o projeto realizou pesquisas preliminares em 23 bacias brasileiras. Esse projeto integra o Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas (NP3/ Universidade de Brasília) e é implementado juntamente com o Núcleo de Estudos sobre Poder e Organizações Locais (NEPOL/ Universidade Federal da Bahia), com o Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA/ Universidade Regional de Blumenau) e o Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM/ Universidade de São Paulo). (HAASE, 2002)

### PROJETO MONALISA

Projeto que tem como título a 'Identificação dos Pontos de Impacto da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Retirada e Devolução de Água', e pelo seu grande reconhecimento na comunidade local recebeu um carinhoso apelido: MONALISA.

Inicialmente tratado como um projeto de monitoramento, durante sua concepção se transformou em levantamento, cadastro, identificação de algumas das situações que influenciam na qualidade e na quantidade dos recursos hídricos disponíveis na bacia da Rio dos Sinos (COMITÊSINOS,2008).

Entre outros pontos positivos, O Monalisa veio a enriquecer o conhecimento sobre a bacia, trazendo uma série de novas informações, tais como:

- Catálogo Bibliográfico da Bacia do Rio dos Sinos,
- Levantamento das Áreas Cultivadas com Arroz Irrigado e Áreas Úmidas na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos na Safra de Verão 2003-2004 através de Imagens do Satélite LANDSAT,
- Elaboração de Balanços Hídricos Superficiais entre Disponibilidades e Demandas na Bacia do Rio dos Sinos,
- Resultados da Avaliação Preliminar do Universo de Usuários da Bacia do Rio dos Sinos,
- Relatório Técnico das Publicações na Mídia Local,
- Relatório Técnico Final da Execução do Plano de Trabalho;
- Mapas Temáticos por tipo de impacto registrado;
- Sistema de dados interativo, que possibilita navegar sobre a imagem da Bacia, utilizar zoom e abrir cada um dos impactos cadastrados, com ficha descritiva, foto e ponto georeferenciado.(MONALISA, 2006)

### PROJETO ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS DO RIO DOS SINOS

Este trabalho apresenta o processo de enquadramento das águas desenvolvido na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, através da atuação conjunta entre o comitê da bacia (Comitêsinos), o órgão ambiental estadual e a universidade regional, envolvendo a ampla participação da sociedade. O objetivo é divulgar esta experiência, compartilhando-a com outros agentes do Sistema de Recursos Hídricos, no intuito de colaborar na sua implantação. O Projeto contou com as seguintes etapas: consolidação conceitual e metodológica; avaliação e síntese das

informações disponíveis; primeira consulta à sociedade, através de reuniões organizadas por categoria, aplicação de questionários e entrevistas; elaboração da primeira versão da proposta de enquadramento; segunda consulta à sociedade, através de reuniões por categoria, finalizando com uma assembléia geral; e aprovação da proposta pela plenária do comitê. (HAASE e SILVA, 2003).

### PROJETO PEIXE DOURADO

O Dourado é uma espécie de peixe que vive nas águas do Rio dos Sinos. Durante muitos anos ele era visto, com freqüência, nadando em diferentes pontos do rio. Porém, na medida em que as águas do Rio dos Sinos foram sendo poluídas, ele foi desaparecendo.

Hoje, ainda encontramos o Dourado na região, mas pouco sabemos sobre os seus hábitos. Sabemos, porém, que ele precisa de águas limpas para viver, pois nelas é que vivem outras espécies de peixes menores dos quais ele se alimenta. O Peixe Dourado é um bio-indicador de qualidade de ecossistemas.

O “Projeto Peixe Dourado” tem como objetivo chamar a atenção da população da bacia hidrográfica para a necessidade da sua participação no processo de gerenciamento das águas do Rio dos Sinos e de formadores usando o peixe dourado como espécie bandeira. O projeto prevê a interação de um programa de educação ambiental com pesquisa ecológica, utilizando tecnologia de ponta, a propagação imediata de resultados e a participação da população (público alvo definido) na pesquisa. Ainda, contribuir com a difusão de novas alternativas de ampliação da renda da comunidade local, a partir da adoção de técnicas de reprodução de alevinos que resultem no repovoamento do rio com a espécie do Dourado. (MUNICÍPIO DE CAMPO BOM, 2008).

#### *3.2.6.2 Legislação e atores*

Existem no Estado do Rio Grande do Sul, uma série de leis que regulamentam a gestão dos corpos hídricos, a Tabela 3.4 as demonstram:

Tabela 3.4: Principais Leis Estaduais para regulamentação da gestão de recursos hídricos ( HAASE, 2002)

Art. 171 da Constituição Estadual/1989:	Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SERH);
Lei 8.850/1989:	Cria o Fundo de Investimentos em Recursos Hídricos (FRH);
Lei 8.940/1989:	Altera Lei 8.850/89, vinculando o FRH à Secretaria do Interior, Desenvolvimento Regional e Urbano e Obras Públicas RIO DOS SINOS – RS 9;
Decreto 33.282/1989:	Regulamenta o FRH;
Lei 9.077/1990	Institui a FEPAM
Lei 10.330/1994	Dispõe sobre a política ambiental e sobre o Sistema Estadual de Proteção Ambiental;
Lei 10.350/1994: “Lei gaúcha das águas”	Regulamenta o artigo 171 da Constituição Estadual;
Decreto 36.047/1995	Altera o decreto 33.282/89, adaptando o FRH á Lei 10.350/94;
Decreto 37.033/1996:	Regulamenta a outorga de direito de uso da água;
Decreto 37.034/1996:	Regulamenta o artigo 18º da Lei 10.350/94, sobre composição e regimentos internos dos comitês.
Resolução CRH 01/1997:	Regulamenta a dispensa de outorga;
Lei 11.362/1999:	Altera a Lei 10.356/1995, em função da criação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA);
Decreto 38.697/1998:	Altera o artigo 2º do Decreto 33.282/89, anexando a compensação financeira pela exploração dos recursos hídricos para gerar eletricidade como parcela do FRH;
Lei 11.520/2000:	Institui o Código Estadual de Meio Ambiente;
Lei 11.560/2000.;	Altera a Lei 10.350/94 e a Lei 8.850/89, absorvendo a SEMA a presidência do CRH, o Departamento de Recursos Hídricos (DRH) e o FRH
Decreto 40.505/2000	Altera o decreto 36.055/95, redefinindo a composição do CRH;
Lei 11.685/2001	Altera a composição do CRH (artigo 7º da lei 10350/94), aumentando vagas para representantes de comitês de bacias;
Resolução CRH 05/2.001:	Institui a câmara técnica de assessoramento permanente ao CRH;
Resolução CRH 09/2.001:	regulamenta o processo de instalação de comitês

Ainda com dados extraídos do projeto citado anteriormente , fazem parte do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, as seguintes instituições:

- Conselho de Recursos Hídricos (CRH), como instância deliberativa superior do sistema;

- Departamento de Recursos hídricos (DRH), como órgão de integração do sistema, “braço executivo técnico” do CRH e responsável pela outorga de água;
- Comitês de gerenciamento de bacia hidrográfica, como órgãos deliberativos regionais, com participação da sociedade;
- Agências, como órgãos da administração indireta do Estado, prestando apoio técnico e funcionando como “agente financeiro” do sistema como um todo; e
- Fepam, como órgão estadual de licenciamento ambiental, responsável pelos aspectos qualitativos da outorga de água.

No RS estão previstas três Agências de Bacias, uma para cada região hidrográfica: Guaíba, Uruguai e Litorânea. Na estrutura matricial de gerenciamento, temos também os órgãos responsáveis pelos usos setoriais:

- CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento
- IRGA – Instituto Riograndense do Arroz
- Emater – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
- CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica
- DEPREC – Departamento Estadual de Portos e Canais

No caso da bacia do Rio dos Sinos, os seguintes órgãos municipais são os responsáveis:

- Semaes – Serviço Municipal de Água e Esgoto de São Leopoldo;
- Comusa – Companhia Municipal de Saneamento e Abastecimento de Novo Hamburgo

### *3.2.6.3 Histórico da gestão*

Em março de 2001, o DRH chamou os comitês gaúchos, através do CRH, e anunciou o propósito de elaborar os planos de bacia, conforme a legislação estadual de recursos hídricos. Nesta época, era aprovada a Resolução no 17/2001 no CNRH, que estabelece diretrizes para elaboração dos Planos de Bacia. Como anexo a esta resolução, há um Termo de Referência padrão, que deve ser adaptado à realidade de cada bacia, quando do início da elaboração de seu plano. Assim, ainda em 2001, três comitês manifestaram o interesse em elaborar seus Planos de Bacia: Lago Guaíba, Tramandaí e Ibicuí, e tiveram seus Termos de Referência elaborados com

base no conteúdo da citada resolução nacional. Logo depois outros comitês também solicitaram o apoio do DRH na elaboração de seus Termos de Referência, entre eles o Pardo, o Caí e o Taquari-Antas. Nesta época a demanda de trabalho ao DRH já era superior ao que poderia ser atendido.

No ano seguinte, 2002, foi contratado o Plano do Lago Guaíba, em 2003, o do Tramandaí e em 2004, o Plano do Pardo. Mais recentemente, em 2006, o DRH contratou os serviços para elaboração do Plano do rio Caí e para o Plano Estadual de Recursos Hídricos. A execução dos trabalhos já contratados tornou evidente que os termos de referência para os Planos de Bacia precisam ser reestruturados de modo a melhor conduzir este complexo processo de planejamento. Em outubro de 2006, a mortandade de peixes ocorrida no rio dos Sinos, evidenciou a urgência da elaboração de seu Plano de Bacia.

Pelas características e peculiaridades da política do gerenciamento das águas, que prevê a descentralização a partir do controle social, a plena atuação dos comitês de bacia é decisiva, considerando-se, neste aspecto, a atuação administrativa e, sobretudo, a atuação política dos diferentes representações setoriais que integram cada comitê oficialmente instituído.

O COMITESINOS, primeiro comitê de gerenciamento de rios de domínio estadual instituído no Brasil, além de pioneiro na administração das águas, tem inovado na identificação de meios e de métodos capazes de propiciar o avanço na aplicação das ferramentas de gestão, no âmbito da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos ( HAASE, 2002).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo aborda os resultados obtidos no andamento do presente trabalho, bem como análises e discussões acerca dos mesmos.

### 4.1 CONHECIMENTO DAS INDÚSTRIAS DO SETOR METAL-MECÂNICO

#### 4.1.1 Identificação das indústrias

Para a identificação das indústrias do setor metal-mecânico na bacia dos Sinos, os critérios determinados na metodologia deste trabalho foram atendidos, resultando em um total de 331 indústrias localizadas em 17 municípios pertencentes aos trechos médio e inferior da bacia do Rio dos Sinos. A Figura 4.1 demonstra os resultados da pesquisa.

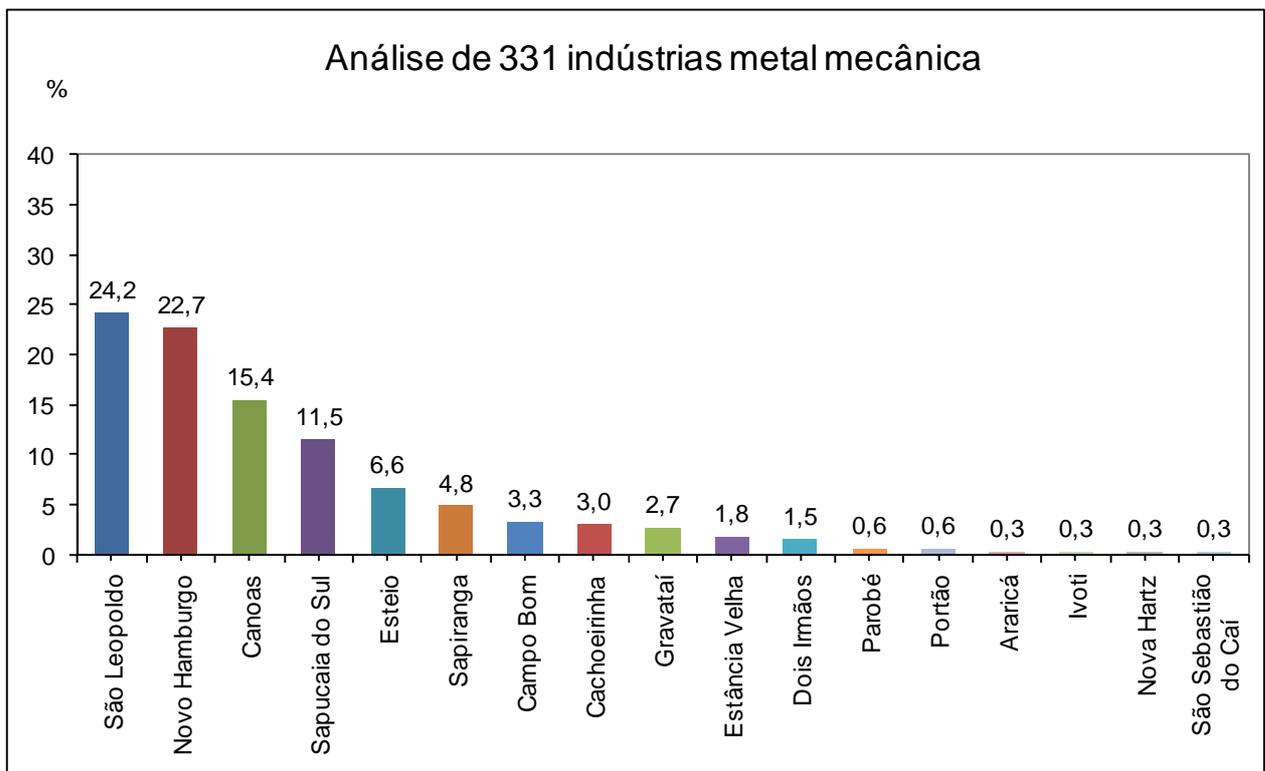


Figura 4.1: Disposição percentual das empresas metal-mecânicas nos municípios dos trechos médio e inferior da Bacia dos Sinos

Percebe-se que os municípios de São Leopoldo, Novo Hamburgo, Canoas e Sapucaia do Sul, todos do trecho inferior da bacia, respectivamente, apresentam uma maior concentração de indústrias deste setor, confirmando o resultado do

parecer técnico de Souza (2008), que aponta este trecho como sendo de grande industrialização, inclusive do setor metal-mecânico. A cidade de Canoas, com 15,4% das indústrias pesquisadas, possui 59% de sua área dentro da bacia, enquanto que as demais cidades possuem 100% de suas áreas de abrangência na bacia. Diversas empresas foram excluídas desta pesquisa em função de suas áreas não estarem contidas totalmente na bacia, inclusive Canoas. Pode-se afirmar que Canoas possui um número muito maior de indústrias metal-mecânicas.

Diversas foram as dificuldades encontradas ao longo desta identificação de indústrias em função da problemática dos bancos de dados pesquisados. A confiabilidade nas listas de empresas foi se tornando baixa nos momentos em que se encontravam duas ou mais empresas em um mesmo endereço, ou com endereço errado. E isso ocorreu não apenas nos sites de busca, mas também com os dados das listas institucionais.

Em função desta problemática, esta etapa alongou-se, pois vários dos endereços tiveram de ser conferidos por telefone ou nos sites institucionais, quando havia. Porém, estas atividades de conferências e buscas resultaram em uma relação consistente de indústrias. Contudo, ainda assim pode estar passível de erros, pois muitas das empresas são pequenas e podem encerrar suas atividades a qualquer momento, principalmente as cadastradas nos sites de busca. Isso se tornou evidente em vários telefonemas, onde a pessoa que atendia a ligação informava que a empresa procurada havia fechado recentemente.

A título de ilustração, a Figura 4.2 mostra como estão aglomeradas, hipoteticamente, as indústrias metal-mecânicas nas cidades dos trechos médio e inferior da Bacia dos Sinos.



Figura 4.2: Disposição hipotética da densidade das 331 indústrias identificadas, por município.

Essa ilustração aponta que existem diversas empresas metal-mecânica, de diversos segmentos de mercado, atuando em uma mesma região, em um raio de no máximo 60km, que é a distância entre São Sebastião do Caí e Parobé (GOOGLE MAPS, 2010). A exemplo de Bain et al (2010), no case de Simbiose Industrial na Índia, pode-se deduzir que existe uma grande possibilidade de relações simbióticas envolvendo co-produtos entre empresas deste setor nesta região. A busca de soluções conjuntas também torna-se latente, pois este setor gera uma grande quantidade de resíduos sólidos perigosos e, principalmente, não-perigosos, segundo FEPAM (2001). Para colaborar com essa informação, existem diversas pesquisas científicas para aplicações de co-produtos resultantes de processos produtivos metal-mecânicos, dentro do próprio setor e em outros setores, por exemplo, na construção civil. Cita-se como exemplos desses estudos Moraes et al (2009), Brehm et al (2007), Gomes et al (2007) e Calheiro (2007).

### 4.1.2 Impactos ambientais do setor

A Tabela 4.1 apresenta os principais impactos ambientais adversos de alguns segmentos do setor metal-mecânico. Ressalta-se que esses resultados apenas exemplificam alguns dos impactos ambientais das atividades produtivas de indústrias do setor.

Tabela 4.1: Exemplos de impactos ambientais de alguns segmentos do setor metal-mecânico.

Segmento	Impactos Associados	Fonte
Fundição Ferrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminação do solo;</li> <li>- Ocupação de área de aterro;</li> <li>- Uso de Recursos não renováveis;</li> <li>- Alteração da qualidade do ar / contribuição para o efeito estufa;</li> <li>- Contaminação da água;</li> </ul>	CALHEIRO (2010)
Galvanoplastia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contaminação da água;</li> <li>- Alteração da qualidade do ar;</li> <li>- Ocupação de área de aterro;</li> <li>- Contaminação do solo;</li> <li>- Uso de recursos não renováveis;</li> </ul>	CASAGRANDE (2009)
Siderurgia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteração da qualidade do ar / contribuição para efeito estufa;</li> <li>- Contaminação do solo;</li> <li>- Contaminação da água;</li> <li>- Uso de recursos não renováveis;</li> </ul>	GERVÁSIO e SIMÕES (2005).
Fundição não-ferrosos (alumínio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteração da qualidade do ar / contribuição para efeito estufa;</li> <li>- Poluição visual;</li> <li>- Liberação de odores;</li> <li>- Uso de recursos não renováveis;</li> </ul>	NETO et al (2009)

### 4.2 ESTUDOS DE CASO

Como já mencionado no capítulo de metodologia, foram realizados estudos de caso em três empresas do setor metal-mecânico, intituladas neste trabalho como empresas-mãe. Nos resultados descritos a seguir, com intuito de nortear a leitura, as

expressões sublinhadas referem-se à *stakeholders* que possuem alguma inter-relação de ordem ambiental com a empresa. Os mesmos serão elencados mais adiante. Outra observação sobre os resultados que serão apresentados, é o fato de estarem alinhados com a delimitação do tema desta pesquisa.

#### 4.2.1 Empresa X

##### Breve histórico

A Empresa X é uma organização de médio porte do setor metal-mecânico que, há 38 anos no mercado, produz e comercializa redutores de velocidade. Atende a diversos ramos, como fabricantes de máquinas e equipamentos de várias aplicações e também consumidores finais. Possui 19 funcionários e sua licença ambiental de operação é fornecida pela Secretaria de Meio Ambiente do município. Atende aos mercados de bens de capital, fabricantes de equipamentos e consumidores finais em setores como: construção civil, alimentício, máquinas agrícolas, moveleiro, calçadista, transportadores e elevadores, cerâmica, etc. A empresa não exporta diretamente, porém alguns de seus produtos são componentes de produtos exportados.

A escolha desta empresa para integrar este trabalho como uma “empresa-mãe” ocorreu de uma forma peculiar. Em uma reunião/palestra no SINDIMETAL, no qual o representante da universidade fez uma apresentação sobre a temática ambiental nas empresas, a diretora da Empresa X, que era uma das participantes, mostrou-se muito interessada no assunto e em conhecer o trabalho da UNISINOS nesta área. Fez-se, então, um primeiro contato, onde verificou-se que a empresa poderia atender os critérios deste trabalho da seguinte forma:

- empresa do setor metal-mecânica, localizada em um município com área de 100% dentro da Bacia dos Sinos (atendimento ao 1º critério para escolha de empresas-mãe);

- possui Licença de Operação em dia (atendimento ao 2º critério para escolha de empresas-mãe)

- a empresa não possui uma ferramenta de gestão ambiental e não participa de nenhum programa para tal, porém possui cuidados ambientais nas suas atividades (atendimento ao 3º critério para escolha de empresas-mãe);

- a diretoria da empresa sempre se mostrou aberta e muito interessada nas trocas de conhecimentos possibilitadas por este trabalho. (atendimento ao 4º critério para escolha de empresas-mãe).

Porém, o que realmente instigou e despertou interesse de estudo foi o fato de as preocupações ambientais estarem incorporados à cultura da empresa, passados pela diretoria a todos os seus colaboradores e procurando multiplicar isso a todos os interessados, tanto formal como informal. Ou seja, existem atividades formais na empresa ligadas a esses cuidados ambientais, que serão mostradas mais a frente, mas também, a diretora procura multiplicar as informações ligadas à gestão ambiental fora da empresa, com seus clientes, fornecedores, entorno, etc. E isso tudo ligado à sua ideologia e cultura, transformados em práticas ambientais e sociais.

Por exemplo, nas dependências da empresa onde circulam fornecedores, clientes, funcionários, agentes municipais, realizam práticas simples: no cafezinho e água, não utilizam copos descartáveis, disponibilizam recipientes para coleta de pilhas e lâmpadas, colocam nos murais (administrativo, refeitório, expedição) informações sobre impacto X preservação, sempre visando a educação ambiental das pessoas que transitam nestas dependências.

### **As ações de melhorias ambientais da empresa**

Diversas são as ações de melhorias ambientais que a empresa vem realizando nos últimos dois anos. A tabela 4.2 mostra tais ações:

Tabela 4.2: Ações de melhorias ambientais da Empresa X.

Questões Ambientais	Ações realizadas pela empresa
Área Verde / Entorno da Empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção de 2 hectares de área verde da empresa e área de Preservação Ecológica;</li> <li>- Remoção das espécies exóticas da área verde geral e da área de Preservação Ecológica e plano de reflorestamento com espécies nativas;</li> <li>-- Arquivo fotográfico de espécies de pássaros;</li> <li>- Convida empresários vizinhos para conhecerem área verde.</li> <li>- Participou de ação, em conjunto com empresas vizinhas, para deter a instalação de um condomínio residencial irregular no entorno.</li> </ul>
Clientes / Fornecedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução das vendas para clientes geradores de grande impacto ambiental;</li> <li>- Ampliação da venda para setores de reciclagem e sustentabilidade;</li> <li>- Para empresas terceirizadas de limpeza e refeições são orientados o uso do material de limpeza de origem vegetal e o descarte adequado de óleo de cozinha.</li> <li>- Não é permitido à empresa terceirizada que cuida dos jardins de utilizar produtos químicos no combate às pragas e formigas.</li> </ul>
Equipamentos / Setores / Materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material de expediente em papel reciclado;</li> <li>- Uso de material de limpeza geral de origem vegetal;</li> <li>- Padronizado o uso de louça convencional e copos de vidro;</li> <li>- Em andamento a substituição de óleos sintéticos no setor industrial, por óleo vegetal;</li> <li>- Sistema de captação e armazenamento de águas pluviais;</li> </ul>
Colaboradores internos e externos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informação e divulgação através de cartazes nos murais da empresa;</li> <li>- Palestras com os funcionários e colaboradores;</li> <li>- Ações da empresa divulgadas em veículos da mídia impressa e virtual;</li> <li>- Cartilha ilustrada com medidas de redução no consumo de água, energia elétrica e material de expediente;</li> <li>- Evento interativo sobre as ações de prevenção executadas, premiando os acertadores;</li> </ul>
Emissões Atmosféricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nível de poluição atmosférica igual a zero;</li> <li>- Uso de equipamentos de refrigeração ambiente sem gases do efeito estufa;</li> </ul>
Efluentes Líquidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Armazenagem e destinação adequada dos resíduos líquidos identificados na lavagem de peças;</li> </ul>
Outros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participação, de uma sócia da empresa como diretora, do SSMA, grupo de Saúde, Segurança e Meio Ambiente do SINDIMETAL.</li> <li>- A empresa participou como expositora, da edição de 2010 da Feira Internacional de Tecnologia para o Meio Ambiente - FIEMA, levando alguns de seus funcionários com a intenção de reforçar as práticas internas e fornecer contato direto com outras empresas do setor.</li> </ul>

### **Geração de resíduos e impactos ambientais**

A empresa realiza os seguintes processos industriais, que são os causadores principais da sua geração de resíduos:

- Compra e recepção de matérias-primas: carcaças de ferro fundido, coroas de bronze, barras de aço e suprimentos. Este processo gera, diretamente na empresa, resíduos de embalagens. Indiretamente, gera emissões atmosféricas e consumo de recursos naturais oriundos de transporte.
- Usinagem das matérias-primas e sua transformação em componentes mecânicos. Este processo gera os principais resíduos da empresa que são os cavacos contaminados ou não com óleo, borras de lavagem de peças, sucata e pó particulado.
- Montagem das caixas redutoras. Para este processo, a empresa gera resíduos de latas de tintas e pincéis.

Quanto aos resíduos, a empresa não possui nenhum plano de gerenciamento. Em visita às dependências da empresa e com auxílio do questionário preenchido pela diretora, os resíduos mostrados na Tabela 4.3 foram relacionados, bem como tratamento e destinação.

Tabela 4.3: Relação de resíduos da Empresa X e seus respectivos gerenciamentos

RESÍDUO	SEGREGA? (SIM/NÃO)	ARMAZENAMENTO	DESTINO FINAL	AÇÕES ESPECÍFICAS
Sucatas e cavacos de aço e ferro fundido contaminados (ou não) com óleo	Sim	Tonéis em área coberta	Sucateiro que revende para siderúrgica (localizada dentro da Bacia dos Sinos)	Doação à pessoa que coleta resíduos sólidos da empresa (ação social)
Cavacos e sucata de bronze não contaminada	Sim	Tonéis em área coberta	Retorna para a fundição que fornece o bronze, (localizada dentro da Bacia dos Sinos)	Essa sucata é refundida nesta fundição
Latas de tinta usadas	Sim	Tonéis em área coberta	São prensadas e ainda aguardam destinação (logística reversa)	As tintas não devem sobrar nas latas, são usadas até o fim.
Borra do tanque de lavagem de peças	Sim	Tonéis em área coberta	Encaminhadas para reciclagem de óleo	Antes era encaminhada para a fundição junto com o cavaco de cobre. Agora vai para reciclador de óleo
Panos de limpeza de óleos e borras	Sim	Tonéis em área coberta	Ainda aguarda destinação final.	Está estocado, aguardando uma destinação que não seja aterro ou lavagem. Empresa não concorda com essas práticas.
Pó de varrição	Não, coloca-se junto com a sucata	Tonéis em área coberta	Sucateiro que revende para siderúrgica (localizada dentro da Bacia dos Sinos)	Doação à pessoa que coleta resíduos sólidos da empresa
Resíduos de papel, papelão, plástico e demais resíduos administrativos	Sim	Caixas em área coberta	É vendido para empresas de reciclagem	Doação à pessoa que coleta resíduos sólidos da empresa (ação social)

Analisando o gerenciamento dos resíduos da Empresa X, pode-se fazer algumas considerações relevantes a este trabalho. A primeira se dá com relação em termos de destinação final de alguns resíduos sólidos. Estes são doados a uma catadora de resíduos sólidos que os revende, prestando esse serviço, informalmente, há vários anos na empresa. Trata-se de uma pessoa de baixa renda que vende esses materiais para sustentar sua família. A empresa sabe que não é a forma adequada de destino destes resíduos, porém entende essa atitude como tendo forte cunho social, já existindo um elo quase que afetivo entre essa pessoa e a empresa, ou seja uma inter-relação entre as partes. Essa pessoa se configura como um *stakeholder*. Segundo informações da empresa, essa pessoa vende a

sucata/cavaco para um sucateiro licenciado ambientalmente que o revende para a siderúrgica transformá-lo em aço novamente.

Cabe ressaltar que a forma que a Empresa X gerencia este resíduo não está correta, visto que o cavaco contaminado com óleo é um resíduo Classe 1 - Perigoso, segundo NBR 10004 (ABNT, 2004), devendo este ter o tratamento adequado segundo a legislação pertinente. Porém, mesmo com este inadequado gerenciamento, podemos constatar que a cadeia está fechada quanto a este resíduo, pois ele é reaproveitado no processo siderúrgico. Dessa forma, existe uma relação simbiótica indireta, ou “expandida utilizando de informações mercadológicas e logísticas” (PEREIRA, 2007). Ou seja, as partes se relacionam por questões de mercado, facilitada pela proximidade geográfica. A geração do resíduo ocorre dentro da Bacia dos Sinos e a sua reciclagem também.

Nessa relação simbiótica indireta, a empresa geradora do resíduo perde o controle completamente sobre a sua destinação ou reciclagem. Ao ser colocado essa afirmação para a Empresa X, a mesma manifestou-se surpreendida, pois até então não havia se dado conta da problemática desta situação. A empresa, além de não atender a legislação, não tem garantia alguma sobre o destino final do resíduo.

Quanto ao cavaco de bronze, este é refundido na mesma fundição que o fornece. Ou seja, o resíduo gerado pela empresa-mãe é reaproveitado completamente, neste caso pela própria empresa que fornece a matéria-prima. A fundição fornecedora também tem o papel cliente, se for entendido este resíduo como um co-produto. Pode-se observar nesta troca, o momento onde um resíduo deixa de ser resíduo e passa a ser um co-produto e ter um valor agregado. Então, de encontro os objetivos deste trabalho, duas constatações podem ser feitas: a fundição é um *stakeholders* da empresa-mãe e essa inter-relação se caracteriza em uma relação simbiótica direta, onde se observa os três pilares da S.I. (PEREIRA, 2007).

Cabe ressaltar que essa inter-relação entre as duas empresas acontece 100% dentro da Bacia dos Sinos. E a forma como ocorre, minimiza o impacto ambiental em termos de transporte, pois quando o fornecedor entrega a matéria-prima, já leva o co-produto.

Quanto aos impactos ambientais, a Empresa X não possui avaliação, nem quantificação dos resíduos gerados. Os questionamentos do pesquisador deste

trabalho despertaram na diretoria da empresa o interesse na realização desse diagnóstico.

Não é objetivo deste trabalho, avaliar aspectos e impactos ambientais das empresas especificamente, e sim do setor. Porém, cabe neste momento uma correlação dos impactos ambientais ocasionados pelo processo produtivo da Empresa X, em termos gerais, com relação a seus resíduos. São estes os possíveis impactos ambientais potenciais associados à montagem de redutores e usinagem de componentes:

- Contaminação da água;
- Ocupação de área de aterro;
- Contaminação do solo;
- Utilização de recursos naturais não-renováveis.

### **Stakeholders da Empresa X**

Conforme dados já apresentados neste estudo de caso e outros que ainda serão elucidados, os *stakeholders* da Empresa X que estão relacionados a seguir são aqueles nos quais pode-se perceber trocas ambientais entre as partes:

- **CLIENTES**

Como a Empresa X fornece produtos para diversos segmentos, foi visto anteriormente que seu mercado de atuação é bastante “pulverizado”. Ou seja, seus clientes estão em diversas regiões do país. As informações que seguem sobre este *stakeholder* se referem às respostas do questionário e entrevista com a diretora da empresa. A Tabela 4.4 mostra a localização dos principais clientes da empresa.

Tabela 4.4: Ramos e localização dos principais clientes da Empresa X.

<b>Cliente (ramo de atividade)</b>	<b>Localização</b>
Esteiras para calçados	Sapiranga/RS
Automotivo	Gravataí/RS
Fabricante de elevadores	Porto Alegre/RS
Reciclagem de óleos lubrificantes	Alvorada/RS
Máquinas para construção civil	Colombo/PR
Fornecedor para fábrica de elevadores	Biguaçu/SC
Fornecedor para equipamentos de construção civil	São Paulo/SP
Fabricante de baterias	Belo Jardim/PE
Cerâmica	Itapecurumirim/MA

Como se pode perceber, os clientes da Empresa X não estão concentrados em uma única região do país, embora alguns de seus principais clientes estejam no estado do Rio Grande do Sul, não necessariamente na Bacia dos Sinos. Embora o impacto ambiental do seu processo produtivo aconteça nesta região, o impacto ambiental do produto final, relacionado ao fim da sua vida útil e/ou manutenções, é distribuído por outras regiões, estados e também países, pois indiretamente, são exportados.

Uma consideração importante a ser feita sobre os clientes desta empresa-mãe, é que não é comum ocorrer exigência ou perguntas, por parte dos clientes, sobre os cuidados ambientais da empresa. Uma única vez ocorreu uma pergunta sobre se a empresa possuía ISO 14001.

Outra informação importante é o fato de a empresa estar começando a determinar quais mercados deseja direcionar suas vendas. Um exemplo relatado pela empresa é o de vender cada vez menos para o ramo extrativista e cada vez mais para empresas recicladoras.

Quanto à relação das empresas com seus clientes, as trocas ambientais acontecem nas conversas informais entre a diretoria ou departamento de vendas com os clientes. E a porta de entrada dessas conversas é a área verde que a organização cultiva junto a suas instalações e as ações ambientais “visíveis” como o lago de coleta de água da chuva, a área de compostagem, a área de preservação, os brindes ecológicos, etc.

Como o assunto meio ambiente é muito latente dentro da empresa, os colaboradores acabam por falar bastante sobre esse assunto. A diretoria coloca que este tema tem despertado interesse dos clientes, que elogiam as práticas da empresa e debatem sobre as questões ambientais sempre que têm oportunidade.

- FORNECEDORES

Quanto aos seus fornecedores, pode-se visualizar na Tabela 4.5 que seus fornecedores estão espalhados por diversas regiões do país. As considerações que seguem sobre estes *stakeholders* também foram relatadas no questionário e na entrevista com a diretora da empresa

Tabela 4.5 - Relação dos principais fornecedores da Empresa X.

Fundição de ferro	São Sebastião do Caí/RS, Araquari/SC
Motores	Jaraguá/SC
Aço	Cachoeirinha/RS, Canoas/RS, Caxias do Sul/RS e Porto Alegre/RS
Fundição de bronze	São Leopoldo/RS, Araras/SP, Cordeirópolis/SP, Caxias do Sul/RS, Guarulhos/SP
Rolamentos e retentores	Suzano/SP, Cachoeirinha/RS
Ferramentas	Porto Alegre/RS, Caxias do Sul/RS, Novo Hamburgo/RS
EPI's	Esteio/RS
Serviços de metalurgia	Cachoeirinha/RS
Manutenção	Canoas/RS, Caxias do Sul/RS
Insumos	Canoas/RS, Esteio/RS, Gravataí/RS, Rio de Janeiro/RJ
Embalagens	Novo Hamburgo/RS, Sapucaia do Sul/RS
Material de Expediente	Cachoeirinha/RS, Estância Velha/RS, Canoas/RS, Montenegro/RS

Quanto aos fornecedores, pode-se fazer algumas considerações importantes para o escopo deste trabalho. De muita relevância é a relação simbiótica entre a Empresa X e a fundição que lhe fornece bronze, que já fora comentado anteriormente. Outra situação interessante é o fato de a empresa estar sempre em busca de materiais “mais sustentáveis”. Devido a isso, a empresa começou a procurar um fornecedor de carcaças de ferro fundido que reciclasse sucata e fosse mais próximo geograficamente, visto que o fornecedor vigente era de uma cidade em outro estado. E assim, a empresa chegou a um fornecedor de fundidos da região, através de uma informação advinda do SEBRAE/RS, e que, coincidentemente, se trata de uma outra empresa-mãe estudada neste presente trabalho. Um dos motivos que levou a Empresa X a testar o produto deste novo fornecedor é o fato de ele ter cuidados ambientais e oriundos de uma parceria com a universidade. Essa parceria será descrita mais a frente neste trabalho. Porém, o que chama a atenção nesta recente inter-relação é a intervenção direta e indireta de três *stakeholders*: SEBRAE/RS, SINDIMETAL e universidade. Estas entidades tornam-se então facilitadoras de trocas mercadológicas no momento que auxiliam os devidos aprimoramentos tecnológicos e ambientais. Nesta situação, pode-se perceber nitidamente o quanto as empresas podem ganhar com a gestão ambiental, uma empresa encontrou um fornecedor que atendesse aos seus requisitos e a outra ganhou um novo cliente. É o já conhecido “ganha-ganha”.

- COMUNIDADE

Quanto à comunidade, o principal ator que verifica-se no estudo é a catadora de resíduos sólidos que já fora mencionada anteriormente. Esse *stakeholder* deve de ser levado em consideração nas relações simbióticas, pois exerce um papel importante, porém na informalidade. A atitude da empresa de doar resíduos, inclusive perigosos, para essa pessoa gerar renda é, segundo Bain et al (2010) muito comum em países em desenvolvimento. Embora a legislação não permita esse tipo de ação, ela é passível de acontecer, principalmente em função da não fiscalização dos órgãos ambientais e pelo apelo social que representa os catadores informais. Obviamente, para a Simbiose Industrial essas ações não devem ocorrer em função de apresentarem riscos potenciais de poluição por destinação duvidosa e sem qualquer controle dos resíduos.

- ENTORNO

Existe uma problemática com o entorno da Empresa X. Ao seu lado, existe uma recicladora de resíduos sólidos com atividades duvidosas, segundo a diretora da empresa. Ela afirma que não é incomum acontecerem incêndios e o que minimiza a fumaça é área verde de sua empresa. Na sua frente está instalada uma olaria, que gera uma considerável quantidade de pó, que também é minimizada pela existência das árvores. Ela comenta também que,seguidamente, convida os donos das empresas vizinhas para uma visita nas dependências de sua empresa, a fim de conscientizá-los para cuidados e melhorias ambientais.

- SINDICATO

Para a Empresa X, o SINDIMETAL possui também uma função de troca de informações sobre meio ambiente e uma oportunidade da empresa se relacionar com outras do setor e realizar trocas de conhecimentos e experiências. Como já comentado anteriormente, a empresa participa ativamente do Grupo SSMA, de saúde, segurança e meio ambiente do sindicato. A empresa também utiliza esse meio para divulgar suas atividades ambientais entre os parceiros.

- ÓRGÃO AMBIENTAL

Neste caso, é o município que concede, mantém e fiscaliza a Licença de Operação Ambiental desta empresa. Dessa maneira, com a periodicidade

determinada pela legislação municipal, a Empresa Z deve prestar contas dos seus resíduos gerados.

### **As motivações, percepções, barreiras e resultados das melhorias ambientais apontadas pela Empresa X**

A diretora da Empresa X, em resposta ao questionário e entrevista, afirma que a sua principal motivação nas melhorias ambientais provém da sua cultura familiar e educação ambiental que recebeu desde criança. Acha necessário todos reverem a sua conduta e mudarem seus padrões de consumo. O seu pai, fundador da empresa, já havia instituído o cuidado ao meio ambiente na organização. Ela comenta que apenas deu sequência no trabalho do antigo diretor.

Como barreiras à realização de melhorias ambientais dentro e fora da empresa, são apontadas as seguintes:

- Indiferença de algumas pessoas com a temática ambiental, passando por desconforto até uma irritação manifesta.
- A temática ambiental só é levada em consideração quando associada à saúde humana.
- Internamente, a diretora da empresa encontra algumas dificuldades de realizar melhorias ambientais com relação aos outros tomadores de decisão da empresa. É comum ter de explicar economicamente o benefício ambiental.

Sobre os resultados das práticas ambientais, a empresa não quantifica suas ações, portanto não tangibiliza os resultados econômicos. Porém, percebe que eles existem, mas para a diretora, essa quantificação é secundária, pois o intuito das melhorias é realmente ambiental. O que ela comenta como resultados positivos são os seguintes:

- Os colaboradores manifestam satisfação de trabalhar na empresa em função da área verde e do “bom” clima organizacional;
- A área verde, mesmo tendo um alto custo financeiro para manter em função de impostos, filtra a poluição do ar em uma zona de alto tráfego e ajuda a proteger a empresa das emissões de queimadas realizadas no entorno (como vizinha, existe uma empresa coletora de resíduos sólidos onde seguidamente acontecem incêndios).

- Os funcionários relatam que acabam por mudar de atitude também em suas casas: as cozinheiras falam que mudaram a forma de cozinhar e alguns funcionários dizem que mudaram seus hábitos com relação ao consumo de água e de sabão nas suas casas.

#### **4.2.2 Empresa Y**

##### **Breve histórico**

A Empresa Y produz e distribui peças em ferro fundido nodular e cinzento para todo o mercado brasileiro, sejam peças para o setor agrícola, automobilístico, construção civil, de energia, para montagem de máquinas ou bombas de água. A empresa não exporta diretamente, porém suas peças estão agregadas em produtos exportados por dois de seus principais clientes.

A escolha desta organização para compor os estudos de caso como uma empresa-mãe ocorreu devido à parceria que esta tem com a UNISINOS a cerca de seis anos. Essa parceria se iniciou através do FUNDI-RS - grupo setorial da fundição do SEBRAE-RS, com o objetivo de aprimoramento tecnológico, ambiental e de gestão. O proprietário sempre se mostrou muito interessado com a problemática ambiental de sua empresa, em função dos altos custos para dispor os resíduos e do consumo de recursos naturais, por exemplo, areia. Dessa forma, esta empresa desde então tem suas portas abertas ao desenvolvimento de pesquisa aplicada. Os fatores descritos a seguir foram determinantes para a inclusão da Empresa Y nesta pesquisa:

- Empresa do setor metal-mecânico localizada dentro da Bacia dos Sinos (atendimento ao 1º critério para escolha de empresas-mãe). Houve um impasse inicial sobre se a empresa estaria ou não no escopo deste trabalho. O município de São Sebastião do Caí possui 3,57% da sua área dentro da Bacia dos Sinos. Porém, com auxílio de um GPS, pode-se identificar as coordenadas 29°37'13.8 SUL e 51°18'46.9 OESTE. Portanto confirmou-se que a empresa está dentro das coordenadas da bacia, que são 29°20' a 30°10' SUL e 51°15 a 51°20' OESTE (SEMA/RS 2010).

- possui Licença de Operação em dia (atendimento ao 2º critério para escolha de empresas-mãe)

- a empresa não possui uma ferramenta de gestão ambiental, porém é proponente de um projeto intitulado “Desenvolvimento tecnológico para regeneração combinada mecânico-térmico de areias fenólicas de fundição” aprovado no Edital / Chamada Edital MCT/SETEC/CNPq - Nº 67/2008- RHAE - Pesquisador na Empresa, que teve início no mês de setembro de 2009; em parceria com a UNISINOS. Além desse projeto, outras atividades de aprimoramento tecnológico e ambiental já estão sendo aplicadas na empresa, inclusive substituição de tecnologias convencionais por tecnologias mais limpas (atendimento ao 3º critério para escolha de empresas-mãe);

- a diretoria da empresa sempre se mostrou aberta e muito interessada em auxiliar nos objetivos deste trabalho e enriquecê-lo com as suas experiências (atendimento ao 4º critério para escolha de empresas-mãe).

Além de todos os critérios atendidos, estudar essa empresa se torna circunstancial para este trabalho. O proprietário entende a universidade como um forte parceiro estratégico para almejar desenvolvimento no seu mercado de atuação. Ela (organização) não possui a questão ambiental tão intrínseca e institucionalizada nas suas atividades, como a Empresa X, mas percebe claramente que as mudanças ambientais são necessárias e as entende como investimentos, embora a questão econômica seja uma das barreiras para as melhorias, como será visto mais adiante.

### **As ações de melhorias ambientais da empresa**

Diversas são as ações de melhorias ambientais que a empresa vem realizando nos últimos dois anos. A tabela 4.6 mostra tais ações:

Tabela 4.6: Ações de melhorias ambientais da Empresa Y.

Questões Ambientais	Ações realizadas pela empresa
Área Verde / Entorno da Empresa	- Plantio de mudas de espécies ripárias nativas na beira do arroio localizado nos fundos da empresa (duas margens com áreas de 50x20m, aproximadamente 70 árvores)
Clientes / Fornecedores	- Busca de certificações de qualidade Selo Fundi-RS - Parcerias consolidadas com revendedores de sucata e resíduos sólidos; - Aquisição de sucata enriquecida com elementos necessários para o processo, o que diminui o consumo de matéria-prima virgem;
Equipamentos / Setores / Materiais	- Desenvolvimento, em parceria com universidade, de um regenerador de areia fenólica (resíduo sólido); - Adesão a um Programa de Produção mais Limpa;
Funcionários / Divulgação	- Informação e divulgação através de cartazes nos murais da empresa; - Capacitação dos funcionários e colaboradores em produção mais limpa; - Ações da empresa divulgadas em veículos da mídia impressa e virtual; - Distribuição de camisetas e cartilhas ilustradas com conceitos e exemplos de aplicação de Produção mais Limpa na empresa para todos os colaboradores – materiais criados pelo NucMat-UNISINOS;
Emissões Atmosféricas	- Modificação tecnológica e de matriz energética do equipamento de fusão, diminuindo significativamente emissões atmosféricas e geração de escória;
Efluentes Líquidos	- Geração mínima;

As ações relatadas na Tabela 4.6 mostram as preocupações de melhorias ambientais da Empresa Y. Algumas são oriundas da implementação do Programa de Produção mais Limpa, onde uma das oportunidades de melhoria de alto investimento envolve o desenvolvimento do regenerador de areia; além das sensibilizações dos colaboradores. Outras ações como a modificação de tecnologia e forno de fusão, são oriundas de melhorias de qualidade do produto, porém estão diretamente ligadas com as melhorias ambientais. As inter-relações da empresa com

a UNISINOS E O SEBRAE/RS também auxiliaram nessas mudanças, no sentido de trocas de informações e conhecimentos entre as partes.

Outro *stakeholder* que podemos citar nestas melhorias tecnológicas e ambientais é o BNDES - Banco nacional de Desenvolvimento, que financiou a troca de tecnologia de fusão. Em termos econômicos, segundo relato do proprietário, o investimento no forno elétrico à indução já apresenta retornos financeiros positivos, pois se usa uma quantidade menor de matéria-prima virgem (ferro gusa) e uma quantidade maior de sucata. O retorno ambiental é nítido nessa modificação tecnológica, pois reduz a extração de recursos naturais, utilizando-se co-produtos, e como consequência inerente a esse processo, a quantidade de escórias gerada é menor.

### **Geração de resíduos e impactos ambientais**

A empresa, em virtude de participar de um programa de implementação de Produção mais Limpa em parceria com a universidade, foi desenvolvido em conjunto sua planilha de aspectos e impactos ambientais que se encontra no Anexo 2. Abaixo seguem os potenciais impactos ambientais negativos dos processos produtivos da empresa:

- Contaminação de solo e água;
- Ocupação de área de aterro;
- Uso de recursos naturais;
- Contaminação do ar e contribuição para efeito estufa;
- Incômodo ao entorno.

Quanto aos resíduos, a aplicação do questionário e entrevistas com o proprietário e com o grupo de pesquisa que está executando a implementação do Programa de Produção mais Limpa apresentaram os resultados que estão na Tabela 4.7:

Tabela 4.7: relação de resíduos da Empresa Y e seus respectivos gerenciamentos.

RESÍDUO	SEGREGA? (SIM/NÃO)	ARMAZENAM ENTO	DESTINO FINAL	AÇÕES ESPECÍFICAS
Areia Fenólica	Não	Pátio coberto	Aterro Industrial	Regenerador desenvolvido pelo grupo de pesquisa que retornará a areia bruta livre de contaminantes para o processo
Areia Verde	Sim	Pátio coberto	Processo	Recuperada (peneiramento, separação magnética e resfriamento) e reutilizada no processo
Escória	Não	Pátio coberto	Sucateiro	Troca de fornos diminuiu quantidade gerada em 10 vezes (Coronet, 2010)
Rebarbas e peças defeituosas	Sim	Pátio coberto	Processo	Reciclagem interna/refusão
Pó de acabamento	Não	Pátio coberto	Desconhecido	
Areia Shell	Sim	Pátio coberto	Aterro Industrial	
Embalagens de resinas	Sim	Pátio coberto	Reciclagem externa	Doação para catadores
Rebolos e discos de desbaste	Sim	Pátio coberto	Logística reversa	Retorna para a empresa que fornece, porém com destino final desconhecido
Papel, papelão e plástico.	Sim	Pátio coberto	Reciclagem externa	Doação para catadores

Analisando o gerenciamento dos resíduos da Empresa Y, algumas considerações são importantes e devem ser mencionadas neste trabalho. A ação específica realizada no resíduo 'areia usada contendo resina fenólica' passa a ser a alternativa mais viável ambientalmente e economicamente. Este resíduo é um dos grandes problemas ambientais para esta empresa e para, de uma maneira geral, as fundições, pois a sua classificação pelo NBR 10004:2004 como Resíduo Classe I e a grande quantidade gerada encarece a sua disposição final. Portanto, mesmo existindo um investimento da empresa, que nesse caso equivale a 10% do fomento recebido pelo CNPq, o retorno econômico em termos de minimização do uso de areia nova e redução dos custos de disposição final em aterro industrial, torna a regeneração da areia a melhor alternativa para este resíduo. Em paralelo, a empresa está instalando um regenerador mecânico para areia usada, que está em fase de testes numa parceria com uma empresa catarinense.

Outra situação interessante que expressa uma relação simbiótica direta é quanto à logística reversa dos rebolos e discos de desbaste. Porém está incompleta,

pois, para a Simbiose Industrial, faz-se necessário conhecer o destino final dado a esses resíduos e, não apenas, descartá-lo aparentemente de forma correta.

Existem algumas situações no gerenciamento de resíduos da Empresa Y que não são as mais adequadas, como destinação das embalagens de resinas. Da mesma forma que na Empresa X, esse resíduo é doado ao mercado informal de catadores, corroborando assim para a afirmação feita por Bain et al (2010) sobre a inegável presença da informalidade no gerenciamento de resíduos dos países em desenvolvimento. Porém, neste caso, a empresa está em fase de implementação de P+L, e assim, entende-se que essas distorções serão corrigidas no andamento do projeto.

### **Stakeholders da Empresa Y**

Conforme dados já apresentados neste estudo de caso e outros que ainda serão elucidados, os *stakeholders* da Empresa Y que estão relacionados abaixo são aqueles nos quais pode-se perceber trocas ambientais entre as partes

- **CLIENTES**

Como mencionado anteriormente, a Empresa Y vende seus produtos para diversos setores e segmentos de mercado. Seus principais clientes estão relacionados na Tabela 4.8.

Tabela 4.8: relação dos principais clientes da Empresa Y

<b>Cliente (ramo de atividade)</b>	<b>Localização</b>
Indústria de virabrequins	Caxias do Sul/RS
Indústria de motores elétricos	Caxias do Sul/RS
Implementos rodoviários	Caxias do Sul/RS
Indústria de máquinas operatrizes	Gravataí/RS
Indústria de bombas d'água	Sapucaia do Sul/RS
Indústria de redutores	Sapucaia do Sul/RS
Indústria de cordaria para plataformas petróleo	São Leopoldo/RS

Podemos perceber que os principais clientes da empresa não estão localizados somente na Bacia dos Sinos. Porém esta foi a relação que a empresa disponibilizou no questionário, contudo na entrevista com o diretor, ele relata que

possui vários pequenos clientes nos municípios dos trechos médio e inferior da bacia. Não foi informado nenhum percentual com relação a participação desses clientes nos vendas da empresa

Quanto às exigências feitas pelos clientes da Empresa Y, existem clientes que apenas questionam, porém existem clientes que exigem Licença de Operação e planilha de gerenciamento de resíduos. Outros recomendam que a empresa busque certificações ou selos de qualidade ambiental. Existe um cliente do segmento petrolífero que aplica questionário com perguntas relacionadas às ações ambientais e faz visitas de avaliação.

Foi relatado também que existem muitas trocas ambientais intangíveis entre a Empresa Y e seus clientes. O diretor da empresa relata que é bem comum as conversas sobre gestão ambiental entre ele e seus clientes. Conversam sobre notícias relacionadas a meio ambiente, exigências, leis, marketing, entre outros.

- FORNECEDORES

Quanto aos seus fornecedores, pode-se visualizar na Tabela 4.9 que seus fornecedores estão espalhados por diversas regiões do país. As considerações que seguem sobre estes *stakeholders* também foram relatadas no questionário e na entrevista com o diretor da empresa.

Tabela 4.9: Relação dos principais fornecedores da Empresa Y.

Acabamento e Expedição	São Paulo/SP, Porto Alegre/RS e Novo Hamburgo/RS
Aços	Porto Alegre/RS e Novo Hamburgo/RS
Álcool	Porto Alegre/RS e São Leopoldo/RS
Areia	Viamão/RS
Argônio	Novo Hamburgo/RS
EPI's	Novo Hamburgo/RS e Porto Alegre
Equipamentos e Manutenção	Novo Hamburgo/RS, Caxias do Sul/RS, São Sebastião do Cai/RS, Porto Alegre/RS e no estado de Santa Catarina e São Paulo
Granalhas	Estado de Santa Catarina e São Paulo
Gusa	Dúlio Rezende/MG
Insumos e Ligas	04 fornecedores de São Paulo e 01 de Sapucaia do Sul/RS
Madeira	São Sebastião do Cai/RS
Material Elétrico	Novo Hamburgo/RS
Oxigênio e CO2	Montenegro/RS
Refeitório	São Sebastião do Cai/RS
Refratário	Porto Alegre/RS
Resinas	Porto Alegre/RS
Sucatas	Sapiranga/RS, São Leopoldo/RS, Sapucaia do Sul/RS e Caxias do Sul/RS
Tintas	Novo Hamburgo/RS, Caxias do Sul/RS e Novo Hamburgo/RS
Transportadora	São Leopoldo/RS

Com a relação apresentada na tabela 4.9, pode-se perceber que a empresa já possui fornecedores, em grande parte, na região da Bacia dos Sinos ou nas proximidades a esta. Existem alguns produtos que não são produzidos na região, como por exemplo, o ferro gusa. No entanto, segundo o proprietário, a empresa procura comprar deste fornecedor que está relacionado na tabela, pois esta empresa possui cuidados ambientais diferenciados dos demais fornecedores de ferro gusa.

Existe também uma relação simbiótica direta muito interessante entre a empresa e um de seus clientes, que também é seu fornecedor. A Empresa Y fornece para um cliente um determinado componente. Este cliente gera, como co-produto, sucata, que é uma matéria-prima para a Empresa Y. Então as duas empresas negociam tanto produtos finais como co-produtos e embutem nos valores do negócio essa troca e, ainda, aproveitam o mesmo frete.

- COMUNIDADE

A Empresa Y, como já mencionado na planilha de resíduos, doa alguns de seus resíduos para catadores, tendo um papel social perante o município que se

localiza. Esses catadores vendem esses resíduos a recicladores, gerando-lhes renda. Podemos dizer que existe uma relação simbiótica indireta entre a Empresa Y e os recicladores, tendo os catadores como intermediários deste processo. Porém, essa não é uma maneira formal de repasse dos resíduos, e assim, não existe o controle sobre o seu destino final.

- ENTIDADE DE APOIO

Como já mencionado anteriormente, a empresa participa do grupo de fundição Fundi-RS, organizado pelo SEBRAE/RS. Através dessa parceria a empresa busca melhorias de gestão, tecnológicas e ambientais, além de se relacionar com outras empresas do setor. Como um dos resultados dessa inter-relação, a empresa conquistou em 2010 o Selo Fundi-RS, em um trabalho que começou em 2006 (MORAES, 2010).

- UNIVERSIDADE

A partir da parceria da Empresa Z com o SEBRAE/RS, a UNISINOS passa a se relacionar com a organização para melhorias ambientais. Como já mencionado, estreito é o relacionamento desta empresa com a universidade em projetos de pesquisa, estudos específicos como testes laboratoriais e trabalhos acadêmicos, e consultorias para aprimoramentos ambientais para a obtenção do Selo Fundi-RS.

- ÓRGÃO AMBIENTAL

Neste caso, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM é quem concede e mantém e fiscaliza a Licença de Operação Ambiental desta empresa. Dessa maneira, com a periodicidade determinada pela legislação estadual, a Empresa Z deve prestar contas dos seus resíduos gerados.

- BANCOS DE FOMENTO

Para esta empresa, também é apontado o BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento como um importante *stakeholder* para financiar seus projetos de aprimoramentos tecnológicos e ambientais.

### **As motivações, percepções, barreiras e resultados das melhorias ambientais apontadas pela Empresa Y**

O proprietário da Empresa Y, em resposta ao questionário e entrevista, afirma que a sua principal motivação nas melhorias ambientais provém da sua educação ambiental que recebeu quando criança. Relata que vendia alguns resíduos como vidros e ossos para ajudar no sustento da família e que nunca os enxergou como lixo. Ele afirma que enxerga as melhorias de desempenho ambiental como investimentos que trazem, com certeza, retorno financeiro. Afirma, ainda, que os empresários devem buscar a sustentabilidade, pois ao contrário, não conseguirão manter e nem desenvolver seus negócios no futuro.

Como barreiras à realização de melhorias ambientais dentro e fora da empresa, ele aponta as seguintes:

- Dificuldade em conseguir profissionais de chão-de-fábrica que tenham alguma preocupação com o meio ambiente.
- Os investimentos em tecnologias limpas e equipamentos novos são muito altos. Ele aponta também que os bancos que fazem propagandas de financiamentos para melhorias ambientais não oferecem nenhuma vantagem efetiva.
- Ainda falta estrutura financeira e física para sua empresa realizar as ações ambientais que ele gostaria.

Sobre os resultados das práticas ambientais, a empresa já quantificou os retornos financeiros obtidos com a modificação tecnológica no forno de fusão. Antes da mudança, a Empresa Y comprava 120t/mês de ferro-gusa e fundia 135t/mês, atualmente compra 12t/mês de ferro-gusa e funde 155t/mês. A diferença, além da produtividade maior da nova tecnologia, é que usa muito mais sucata que antes (a quantidade ainda não foi mensurada), o que torna mais barato a operacionalização do processo com relação à matéria-prima. Quanto ao ganho ambiental, a empresa relata o uso de co-produto como matéria-prima, a redução da geração de escória e a redução drástica das emissões atmosféricas.

Outro resultado apresentado, não só das melhorias ambientais, como tecnológicas e de gestão, é a conquista do Selo Fundi-RS, obtida no ano de 2010.

Os resultados das mudanças para obtenção do selo estão relatados em Moraes et al (2010). A empresa planeja, futuramente, obter certificação ISO 14001.

Uma colocação importante a se fazer sobre essa empresa e o seu proprietário, é a sua ativa participação no comitê gestor do Fundi-RS, grupo setorial de fundição do SEBRAE/RS, onde ele lidera o grupo de empresários, coloca abertamente para o grupo os seus retornos financeiros com relação às melhorias ambientais, fala para seus parceiros sobre a necessidade de mudanças e estimula-os a buscarem aprimoramento.

### **4.2.3 Empresa Z**

#### **Breve histórico**

A Empresa Z atua no mercado de reforma de pneus há cerca de 30 anos, produzindo moldes em alumínio para bandas de pré-moldados para recapagem. Se localizar na cidade de Novo Hamburgo, possui uma estrutura de 1.200m<sup>2</sup> e 30 colaboradores. Atende ao mercado interno e externo, exportando diretamente para o MERCOSUL e indiretamente para EUA e Europa.

A escolha desta organização para compor os estudos de caso como uma empresa-mãe ocorreu devido à sua ativa participação no FUNDI-RS - grupo setorial da fundição do SEBRAE-RS, com o objetivo de aprimoramento tecnológico, ambiental e de gestão. Em 2010, a empresa obteve o Selo Fundi-RS (MORAES et al, 2010), onde a UNISINOS diagnosticou, aplicou melhorias conforme os critérios de obtenção do selo e a avaliou. O interesse nesta empresa ocorreu em função de suas melhorias ambientais para a obtenção do selo e de fornecer produtos para um mercado que atua como recicladores de pneus. Os fatores descritos a seguir foram determinantes para a inclusão da Empresa Y nesta pesquisa:

- Empresa do setor metal-mecânico localizada dentro da Bacia dos Sinos (atendimento ao 1º critério para escolha de empresas-mãe).

- Possui Licença de Operação Ambiental em dia fornecida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (atendimento ao 2º critério para escolha de empresas-mãe)

- a empresa não possui uma ferramenta de gestão ambiental, porém realiza cuidados ambientais e obteve recentemente o Selo Fundi-RS. Realiza também inter-

relações ambientais com seus stakeholders interessantes para este trabalho (atendimento ao 3º critério para escolha de empresas-mãe);

- a diretoria da empresa sempre se mostrou aberta e interessada em auxiliar nos objetivos deste trabalho (atendimento ao 4º critério para escolha de empresas-mãe).

Além de todos os critérios atendidos, estudar essa empresa é interessante para este trabalho, pois retrata uma outra forma de assimilação da questão ambiental, que se dá por motivos exclusivamente econômicos e estratégicos. A empresa preza a qualidade dos seus produtos e organização de seu ambiente fabril e, como consequência, acontecem cuidados ambientais. Como o presente trabalho objetiva apontar e analisar, os motivos pelos quais as empresas se aprimoram ambientalmente e como acontecem as inter-relações que vão de encontro a essas mudanças, o estudo de caso na Empresa Z se justifica. Esta entende a questão ambiental como uma estratégia para continuar a atender o seu mercado e minimizar custos de produção, o que faz com que as melhorias ambientais sejam necessariamente associadas sempre a ganhos econômicos.

Para contribuir com esta pesquisa, o proprietário da empresa participou da entrevista preliminar e indicou uma colaboradora para acompanhar as etapas posteriores do estudo de caso. Portanto o preenchimento do questionário e entrevista detalhada foi realizado com a colaboradora.

### **As ações de melhorias ambientais da empresa**

A Tabela 4.10 retrata as ações de melhorias ambientais que a empresa vem realizando nos últimos quatro anos:

Tabela 4.10: Ações de melhorias ambientais da Empresa Y.

Questões Ambientais	Ações realizadas pela empresa
Clientes / Fornecedores	- Busca de certificação de qualidade Selo Fundi-RS - Parcerias consolidadas com recicladores de cavaco de alumínio;
Equipamentos / Setores / Materiais	- Empresa realiza um bom aproveitamento de matérias-primas; não se observa desperdícios; - Pratica manutenção preventiva nos seus equipamentos; - Contabiliza a geração de resíduos sendo a escória um indicador de controle do processo. - Encaminhando seus resíduos para serem utilizados em outros processos industriais
Funcionários / Divulgação	- Palestras com os funcionários e colaboradores; - Ações da empresa divulgadas em veículos da mídia impressa e virtual;
Emissões Atmosféricas	- A empresa está em fase de instalação do sistema de captação de emissões atmosféricas
Efluentes Líquidos	- Não gera

Quanto às ações ambientais da Empresa Z pode-se salientar a relação simbiótica direta que possui com seu fornecedor de alumínio. Ela compra o alumínio de um fornecedor a um preço um pouco mais alto que os demais, porém o mesmo recicla os cavacos oriundos do processo de usinagem da Empresa Z. Essa relação será melhor comentada adiante.

### **Geração de resíduos e impactos ambientais**

A Empresa Z ainda não construiu uma planilha de aspectos e impactos ambientais, portanto os impactos negativos ao meio ambiente são elencados de uma forma genérica, assim como na Empresa X, conforme seus processos produtivos. Abaixo, então, segue a relação geral dos processos da empresa, que são os causadores da sua geração de resíduos e dos principais impactos ambientais adversos:

- Compra e recepção de matérias-primas: A principal matéria-prima da empresa é o lingote de alumínio que é refundido na empresa. O processo de transporte rodoviário deste material acarreta em emissão de CO<sub>2</sub> e uso de combustíveis, agravados pela distância, pois essa matéria-prima vem do Paraná. O processo de fusão ocorre em forno por coquilhas, gerando, mesmo em baixas quantidades, emissões atmosféricas e escórias. Esse processo também consome energia elétrica.
- Rebarbação das peças utilizando jato de granalha.
- Usinagem CNC das peças de alumínio. Este processo gera o principal resíduo sólido da empresa que é o cavaco contaminado com óleo.

Dessa forma os impactos ambientais negativos potenciais atribuídos aos processos produtivos da Empresa Z são:

- Contaminação de solo e água;
- Ocupação de área de aterro;
- Uso de recursos naturais;
- Contaminação do ar e contribuição para efeito estufa;

Quanto aos resíduos, a aplicação do questionário e entrevistas com o proprietário e a colaboradora da empresa que auxiliou neste estudo de caso, apresentaram os resultados que estão na Tabela 4.11:

Tabela 4.11: relação de resíduos da Empresa Z e seus respectivos gerenciamentos.

RESÍDUO	SEGREGA? (SIM/NÃO)	ARMAZENAMENTO	DESTINO FINAL	AÇÕES ESPECÍFICAS
Cavacos de alumínio contaminado ou não	Não	Pátio coberto	Reciclagem externa	A reciclagem é uma parceria da empresa com fornecedor de alumínio
Escória de alumínio	Sim	Pátio coberto	Reciclagem externa	
Estopas usadas	Sim	Pátio coberto	Lavagem externa	
Resíduos de papel, papelão, plástico e demais resíduos administrativos	Sim	Pátio coberto	Doação	Coleta seletiva dentro da empresa e recolhimento do serviço municipal.

Analisando o gerenciamento dos resíduos da Empresa Y, percebe-se que, dos resíduos gerados pela empresa, nenhum vai para aterros industriais. A empresa preza pela reciclagem externa. Quanto ao resíduo de cavacos de alumínio, como já

comentado anteriormente, são reciclados em uma empresa localizada no Paraná, que é a mesma empresa que lhe fornece matéria-prima. Essa relação se configura em uma relação simbiótica direta. Porém, duas ressalvas são cabíveis nesta inter-relação, a primeira é com relação à segregação dos cavacos e a segunda é com relação a distancia do fornecedor/reciclador. A Empresa Z gera dois tipos de cavacos: contaminado com fluido de corte e não contaminado. Os mesmos não são segregados, ou seja, o cavaco “limpo” se mistura com o contaminado, o que desvaloriza este co-produto. Outra questão importante de se abordar é com relação a esse fornecedor e reciclador se localizar em outro estado. Os custos e impactos ambientais negativos associados a transporte não são favoráveis nesta relação simbiótica, nem economicamente, nem ambientalmente. Mais adequado seria a empresa segregar os cavacos e encaminhá-los para reciclagem em um fornecedor na mesma região.

### **Stakeholders da Empresa Z**

Conforme dados já apresentados neste estudo de caso e outros que ainda serão elucidados, os *stakeholders* da Empresa Z que estão relacionados abaixo são aqueles nos quais pode-se perceber trocas ambientais entre as partes:

- **CLIENTES**

Como mencionado anteriormente, a Empresa Y vende seus produtos para o segmento de recapagem de pneus, possuindo uma gama pequena de clientes, porém muito representativos para a empresa, esses estão relacionados na Tabela 4.12.

Tabela 4.12: relação dos clientes da Empresa Z

<b>Cliente (ramo de atividade)</b>	<b>Localização</b>
Indústrias de pneus (nacionais)	Nova Prata/RS, Portão/RS, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo.
Indústrias de pneus (estrangeiras)	Colômbia, Guatemala, Peru, Porto Rico e Argentina

Diferente dos *cases* das Empresas X e Y, a Empresa Z convive diretamente com a situação do atendimento exclusivo a grandes empresas e multinacionais. Em

função disso, a empresa é constantemente cobrada por seu desempenho ambiental, relacionado ao destino de seus resíduos. A colaboradora da empresa, responsável pelas informações, colocou que o relacionamento entre a Empresa Z e seus clientes ocorre em forma de parceria e confiança, pois já acontece há muitos anos. Porém, salienta que constantemente são interrogados, por meio de questionário, sobre o gerenciamento dos resíduos.

Foi relatado também que existem muitas trocas ambientais intangíveis entre a Empresa Y e seus clientes. O diretor da empresa e a colaboradora relatam que é bem comum as conversas sobre gestão ambiental entre eles e seus clientes. Conversam sobre notícias relacionadas a meio ambiente, exigências, leis, marketing, trocas de experiências, entre outros.

- FORNECEDORES

Quanto aos seus fornecedores, pode-se visualizar na Tabela 4.13 que seus fornecedores estão espalhados por diversas regiões do país. As considerações que seguem sobre estes *stakeholders* também foram relatadas no questionário e na entrevista com o diretor da empresa.

Tabela 4.13: Relação dos principais fornecedores da Empresa Z

Alumínio	Araucária/PR
Matrizes	São Leopoldo/RS, Novo Hamburgo/RS
Resinas	Novo Hamburgo/RS
Gases	Lajeado/RS, Caxias do Sul
EPI's	Novo Hamburgo/RS e Porto Alegre
Equipamentos e Manutenção	Novo Hamburgo/RS, Cachoeirinha/RS, Caxias do Sul/RS, Joinville/SC
Ferramentas	São Leopoldo/RS, Novo Hamburgo/RS
Cadinhos	Santana de Parnaíba/SP, Porto Alegre/RS
Rebolos	Petrópolis/RJ
Serviços de lavagem Ind.	Canoas/RS
Material de Expediente	Novo Hamburgo/RS, Sapiranga/RS, Campo Bom/RS
Rolamentos	Novo Hamburgo/RS
Sucatas	São Leopoldo/RS, Cacheirinha/RS
Químicos	Novo Hamburgo/RS, Campo Bom/RS
Serviços de metalurgia	Estância Velha/RS, Novo Hamburgo/RS

- COMUNIDADE

A Empresa Z está localizada em uma zona residencial do município de Novo Hamburgo. Quando ela foi fundada, esta mesma zona era erma e com o passar dos anos, casas foram sendo construídas nos seus arredores. A empresa relata que o entorno é exigente, não permitindo ruídos e nem odores. Assim, a empresa realiza práticas para que não ocorram intervenções indesejadas pela comunidade local.

- ENTIDADE DE APOIO

Como já mencionado anteriormente, a empresa participa do grupo de fundição Fundi-RS, organizado pelo SEBRAE/RS. Através dessa parceria a empresa busca melhorias de gestão, tecnológicas e ambientais, além de se relacionar com outras empresas do setor. Como um dos resultados dessa inter-relação, a empresa conquistou em 2010 o Selo Fundi-RS, em um trabalho que começou em 2006 (MORAES, 2010).

- UNIVERSIDADE

A partir da parceria da Empresa Z com o SEBRAE/RS, a UNISINOS passa a se relacionar com a organização para melhorias ambientais. A universidade, como parceira e auditora do Selo Fundi-RS, propôs e realizou através de consultorias os aprimoramentos para a obtenção do selo, no quesito meio ambiente.

- ÓRGÃO AMBIENTAL

Neste caso, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Novo Hamburgo é quem concede e mantém, e fiscaliza a Licença de Operação Ambiental desta empresa. Dessa maneira, com a periodicidade determinada pela legislação municipal, a Empresa Z deve prestar contas dos seus resíduos gerados.

- EMPRESAS PARCEIRAS

A empresa também, por parte de sua colaboradora que contribuiu para este estudo, estimula seus parceiros a buscarem melhores desempenhos ambientais. Cita-se o caso de outra fundição de alumínio, onde ambas fornecem para o mesmo cliente. A funcionária da Empresa Z, sempre que possível, aborda o assunto e

adverte que se eles não aprimorarem seus processos e realizarem um melhor gerenciamento dos resíduos, irão perder o cliente.

#### **As motivações, percepções, barreiras e resultados das melhorias ambientais apontadas pela Empresa Y**

A colaboradora da Empresa Z, em resposta ao questionário e entrevista, afirma que a principal motivação da empresa nas melhorias ambientais é a preocupação com o futuro da empresa. Entende que, para continuar a atender ao mercado de recapagem de pneus, necessita ter cuidados ambientais, e um correto gerenciamento dos seus resíduos. Coloca também que o proprietário da empresa exige que o ambiente fabril esteja organizado e limpo, sem particulado e odores. Uma outra motivação importante para as melhorias ambientais é o fato de a diretoria entender que elas acarretam em menos gasto, tendo como exemplo o intercâmbio do co-produto cavaco pelo lingote de alumínio.

Como barreiras à realização de melhorias ambientais dentro e fora da empresa, ela aponta as seguintes:

- Os investimentos em tecnologias limpas e equipamentos novos são muito altos.
- Ainda falta estrutura financeira e física para sua empresa realizar as ações ambientais que ele gostaria e buscar a ISO 14001.

Sobre os resultados das práticas ambientais, a empresa não quantifica os retornos financeiros, dessa maneira apenas percebe as melhorias impactam na imagem da empresa perante ao mercado. A colaboradora entrevistada informa que os funcionários sentem satisfação em trabalharem em um ambiente organizado e limpo e, por assim ser, o entorno não se manifesta contra a empresa.

Outro resultado apresentado, não só das melhorias ambientais, como tecnológicas e de gestão, é a conquista do Selo Fundi-RS, obtida no ano de 2010. Os resultados das mudanças para obtenção do selo estão relatados em Moraes et al (2010). A empresa planeja, futuramente, obter certificação ISO 14001.

#### **4.2.4 Considerações finais sobre os estudos de caso**

Os resultados apresentados nos estudos de caso colaboram com os objetivos deste trabalho na medida em que revelam os motivos de as empresas buscarem melhorias ambientais.

No caso da Empresa X, a temática ambiental está enraizada na empresa desde a sua concepção, e a necessidade de cuidados ambientais são passadas pela diretora da empresa à seus *stakeholders* de uma forma natural. Ela entende que as práticas menos agressivas ao meio ambiente são “uma obrigação de todos os cidadãos, independente de elas darem lucro ou não”. Contudo, por ausência de informações com relação às melhores práticas, algumas relacionadas ao gerenciamento dos resíduos, não está adequada à legislação. Porém, percebe-se que a própria interação desta pesquisa com a empresa fez com que a diretora já procurasse por informações mais adequadas, ou seja, a vontade de fazer as ações ambientais corretas é latente na Empresa X.

No caso da Empresa Y, as questões ambientais estão muito mais arraigadas no proprietário, do que nas atividades da empresa. A questão econômica pesa consideravelmente nas ações ambientais desta organização. Por mais que o proprietário deseje agir corretamente dentro da legislação e nos princípios da prevenção da poluição, quando aumenta sua produção, os cuidados ambientais tendem a diminuir. Frases do proprietário, do tipo “nós temos que trabalhar, não podemos ficar com uma montanha de areia usada no meio da fábrica aguardando a regeneração” e “infelizmente, às vezes eu não consigo controlar os funcionários” nos remetem às barreiras de técnicas gerenciais e de negócios apresentadas por Tanimoto (2004). Percebe-se que ele se esforça para implementar melhorias na sua fundição e multiplicar essa necessidade para seus parceiros dentro do Grupo Fundi-RS, tanto que sempre se mostra muito aberto à pesquisa aplicada e a recomenda para outros. Porém quando “dói no bolso”, o discurso tende a mudar um pouco.

Já quanto a Empresa Z, a motivação é exclusivamente financeira e estratégica para as melhorias ambientais. A empresa as emprega porque sabe que serão cobrados por seus clientes futuramente. Uma frase da colaboradora que auxiliou nesta pesquisa demonstra esta afirmação: “nós sabemos que se não realizarmos melhorias ambientais agora, arriscamos perder clientes no futuro”.

As três motivações distintas apresentadas não são parâmetros para definir qual é a mola propulsora das mudanças ambientais no setor metal-mecânico. Para tal seria necessário ampliar os estudos de caso. Contudo, pode-se definir que as motivações são diferentes em cada empresa, mas a cultura ou educação ambiental inerente nas pessoas direciona os motivos das mudanças.

Outra consideração cabível sobre os estudos de caso é a identificação de relações simbióticas entre empresas e *stakeholders* nos três estudos. Isso colabora com Bain et al (2010) que afirma que muitos intercâmbios de co-produtos e inter-relações empresas/*stakeholders* acontecem informalmente.

A questão da reciclagem informal também aparece nos estudos de caso com relação aos catadores de resíduos sólidos e possui um forte apelo social, da mesma forma que o estudo realizado na Índia pelos mesmos autores citados no parágrafo anterior.

#### 4.3 MODELO SIMBIOSE INDUSTRIAL PARA CO-PRODUTOS

A partir dos dados coletados no mapeamento e das constatações obtidas através do estudo das inter-relações entre empresas-mãe e seus respectivos stakeholders, e em conjunto com a bibliografia estudada, foi criado um modelo de ações e inter-relações dentro da cadeia produtiva metal-mecânica na área de abrangência da Bacia dos Sinos. Ressalta-se que o presente trabalho está delimitado ao estudo da minimização e intercâmbio de co-produtos, dentro do conceito Simbiose Industrial, pois o modelo proposto se aproxima do conceito de um Eco-parque Industrial do Tipo 5 (CHERTOW, 2000). Não será abordado, então, possíveis trocas de energia e água, sendo assim uma sugestão para trabalhos futuros, pois o conceito de SI aborda todos estes aspectos.

As etapas apresentados a seguir representam o que poderia ser percebido como o nível maior a ser alcançado, ou seja, atingindo a sustentabilidade ambiental e econômica, tendo a Ecologia Industrial como horizonte.

Cabe ressaltar que essa proposta também está de acordo com o que propõe a Lei Nº 203/91 da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS recentemente aprovada no Congresso Nacional (PNRS, 1991) o que ressalta ainda mais a importância das empresas buscarem soluções de melhores desempenhos ambientais conjuntamente, com vista à sustentabilidade ambiental. As etapas 1, 2 e 3 são ações de nível intra-firma e as etapas 4, 5, 6 e 7 são ações conjuntas, que se realizam entre-firmas, que é onde a Simbiose Industrial acontece.

Uma observação importante a ser feita é sobre o *stakeholder* “entidade de apoio”. Para este modelo, cita-se SEBRAE/RS, que já atua dessa forma na área de abrangência deste trabalho através de seus grupos setoriais, apoiando, em conjunto

com seus parceiros, inclusive financeiramente, as empresas associadas. Essa atuação será melhor elucidada adiante.

### **1º etapa: Organização inicial das empresas**

Stakeholders potencialmente envolvidos: universidades, consultores externos, entidades de apoio, órgãos ambientais.

Para iniciar qualquer mudança ambiental dentro de uma empresa é preciso conhecer a sua situação. Este conhecimento é necessário tanto para um colaborador externo que venha a realizar esse trabalho como para a própria diretoria da empresa e seus colaboradores internos. Esse conhecimento também possibilita o atendimento da legislação ambiental. Essas atividades iniciais, melhor descritas abaixo, formam um preparo inicial para traçar um mapa estratégico de ações ambientais. Ressalta-se que as empresas podem realizar essas atividades sozinhas ou com apoio de atores especializados em realizar este trabalho.

- Fazer um diagnóstico ambiental da empresa

Em primeiro lugar, as empresas devem fazer um diagnóstico e análise de suas atividades, sob a ótica ambiental. Para isso, é necessário desmembrar os processos e analisá-los com relação ao uso de matérias-primas, insumos e geração de resíduos, identificando desperdícios. Nesse momento, deve-se fazer um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS, identificando resíduos, quantidades, formas de armazenamento e destino final. Mesmo que a empresa ainda não faça um gerenciamento dos resíduos, é de suma importância relacionar e quantificar os resíduos e prever as ações específicas para cada um. É a forma mais simples de visualizar a problemática dos resíduos dentro da empresa. É muito comum, e isso está relatado nos estudos de caso, que o empresário, totalmente absorvido em produzir e se manter no mercado, não percebe a sua problemática ambiental e o PGRS é um instrumento que torna isso visual e contribui para um encaminhamento do ponto de vista legal e ambiental. Exemplos deste tipo de diagnóstico proposto está em Rocha et al (2006) e Moraes et al (2010).

Outra atividade importante nesta etapa de diagnóstico é a realização de planilha de aspectos e impactos ambientais. Embora seja mais trabalhosa de realizar

que o PGRS e necessite de um profissional apto para a sua elaboração, a empresa passa a conhecer o que, ambientalmente, o seu processo representa. Diferente do PGRS, a planilha de aspectos e impactos torna claro toda a problemática ambiental de suas atividades, pois engloba além de resíduos, utilização de recursos naturais.

- Enquadrar-se na legislação ambiental em todos os âmbitos

Essa etapa é para as empresas que ainda não possuem Licença de Operação - LO. O diagnóstico ambiental e a PGRS realizada na primeira etapa pode ajudar a empresa a se enquadrar dentro da legislação ambiental e obter a L.O, sendo ela municipal ou estadual. Essa licença concede a segurança legal, no quesito meio ambiente, evitando multas, e habilita a empresa a atender alguns clientes que a exigem. As empresas também devem realizar seu cadastro junto ao IBAMA e estar em dia com suas contribuições conforme a Lei 10.165, de 27 de dezembro de 2000, adaptada da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA, 2000).

As universidades e os consultores externos, através ou não de entidades de apoio, podem auxiliar as empresas a realizarem as atividades necessárias para o preparo inicial das mudanças ambientais. As empresas também podem realizar essas tarefas sem auxílio de atores externos, porém precisam de um colaborador apto para realizá-las. É importante comentar que algumas dessas tarefas são um tanto burocratizadas, principalmente no que tange legislação.

A Figura 4.3 mostra, graficamente, as atividades da 1º etapa e seus *stakeholders* potencialmente envolvidos. A entidade de apoio aparece como um ator mediador das atividades desta etapa, pois a empresa pode contratá-lo e ele por sua vez contratar a universidade e/ou os consultores externos. Ou a empresa pode contratar diretamente a universidade e/ou os consultores externos. Já os órgãos ambientais interagem apenas no enquadramento na legislação. Depois de realizado o diagnóstico ambiental, se a empresa estiver atendendo toda a legislação pertinente, passa diretamente para a 2º etapa.

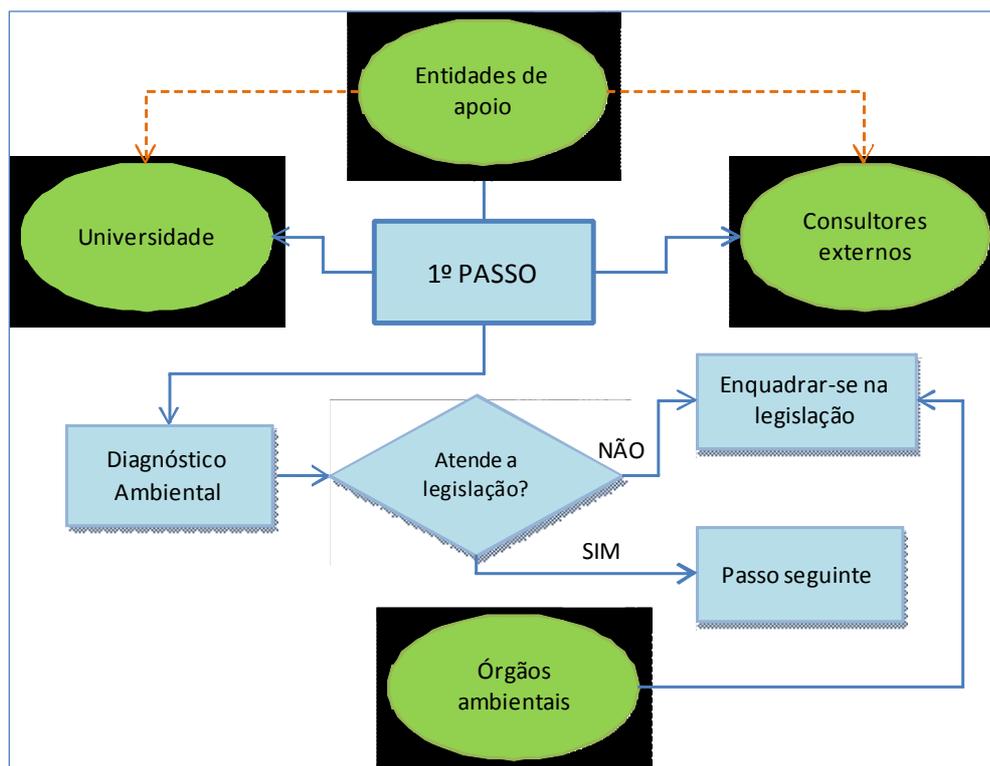


Figura 4.3: Fluxograma da 1ª etapa do modelo de S.I.

## 2º etapa: realizar uma gestão ambiental preventiva

Stakeholders potencialmente envolvidos: universidades, consultores externos, entidades de apoio, órgãos de fomento.

Após realizado o balizamento das empresas participantes, bem como a identificação dos pontos de mudanças ambientais, passa-se para as 2ª e 3ª etapas. Essas etapas precisam acontecer simultaneamente, pois o sucesso do 2º depende do 3º e vice-versa.

A bibliografia mostra que as ações corretivas custam caro para as empresas. O uso de tecnologias e ações caracterizadas como fim-de-tubo, além de não resolverem o problema, onera os negócios. As tecnologias limpas e ações de prevenção de impactos ambientais adversos, além de trazerem inúmeros benefícios ambientais, ocasionam retornos financeiros, o já famoso “ganha-ganha”.

Em busca da prevenção de impactos ambientais, existem ferramentas de gestão que possibilitam essa meta. Cita-se a Prevenção da Poluição e Produção mais Limpa - P+L, esta como uma ferramenta já bastante difundida, estudada e com resultados já mensurados. Os Sistemas de Gestão Ambiental – SGA’s são auxiliares na gestão ambiental, mas não necessariamente previnem a poluição. Associar um

SGA a uma P+L, por exemplo, podem trazer muitos ganhos ambientais e êxitos para a realização de uma gestão ambiental preventiva e subir a escada da sustentabilidade, conforme Kiperstok (2002). Complementando essa afirmação, acrescenta-se a essa associação a ferramenta de Análise do Ciclo de Vida - ACV, que é uma importante ferramenta para tomada de decisões a nível ambiental.

Implementar as ferramentas de gestão ambiental preventivas dentro das empresas, sejam elas de qualquer porte, necessita um estudo mais aprofundado dos processos internos e das possibilidades externas de substituições e inovações em processos e/ou materiais. Ou seja, precisa-se de um respaldo técnico e investimentos. Diferente da 1ª etapa, pode ser bem difícil a empresa realizar essas mudanças sozinhas. Assim, alguns *stakeholders* já especializados como pesquisadores de universidades, consultores, entidades de apoio e órgãos de fomento podem auxiliar as empresas. Atualmente, na área ambiental, diversas instituições já desenvolveram suas *expertises* de atuação, tendo uma gama considerável de possibilidades de auxílio para empresas, seja para aporte tecnológico, de pesquisa ou de financiamentos.

Esse é o momento também para as empresas repensarem e redesenharem seus processos e produtos. Lançar mão de matérias-primas e processos menos impactantes, reformularem suas embalagens e formas de entrega, aplicar soluções de logística reversa, realizar Análise do Ciclo de Vida- ACV dos seus produtos, mostrarem suas melhorias ambientais para o mercado, são ações que passam a ser possíveis quando a empresa implementa ferramentas de gestão ambiental preventivas e passa a buscar as novas possibilidades.

Com a aprovação do PNRS, algumas dessas ações ambientais mencionadas neste modelo passarão a ser obrigatórias para as empresas. Então, é provável que, no futuro, as empresas tenham que realizar essas ações para atender à nova legislação ambiental. Assim, pode-se deduzir que quem se antecipa e começa a mudar ambientalmente agora pode vir a ter vantagens competitivas com relação àqueles que deixarem para implementar as mudanças de uma forma compulsória.

### **3º etapa - A aprendizagem organizacional para a inovação ambiental**

Stakeholders potencialmente envolvidos: consultores externos, entidades de apoio.

Segundo Rocha (2009), existe um fator-chave para a implementação de uma gestão ambiental preventiva: a aprendizagem organizacional. As organizações precisam “aprender” as mudanças ambientais e, essas mudanças, precisam partir das pessoas. Porém a aprendizagem de indivíduos e organizações é um assunto amplamente discutido entre os pesquisadores do assunto, pois a amplitude do tema não permite a criação de fórmulas e modelos que servem para todas as organizações, pois depende de vários fatores tais como econômicos, sociais, culturais, políticos e tecnológicos, bem como, suas inúmeras variáveis. Dessa forma, as empresas precisam estabelecer métodos de aprendizagem próprios, mas que garantam, ao longo do tempo, a institucionalização das mudanças ambientais, ou seja, elas precisam estar incorporadas nos indivíduos. Nascimento et al (2008) comenta que educação ambiental nas organizações desperta os indivíduos para a ação e a busca de soluções concretas para os problemas ambientais que ocorrem no seu local de trabalho e nas suas tarefas. Portanto, ele (indivíduo) tem o poder de atuação na qualidade ambiental dele próprio e de seus colegas. Esse tipo de educação, quando entendida e internalizada pelos indivíduos extrapolam a simples aquisição de conhecimento e passam a fazer parte da vida das pessoas e, dessa forma, as novas ações e comportamentos são institucionalizados na empresa e extrapolam a sua fronteira, agindo diretamente na sociedade.

Esse modelo não pretende criar uma fórmula de aprendizagem para as empresas pelos motivos já colocados anteriormente. Porém enfatiza-se que as empresas precisam de profissionais, colaboradores internos ou externos, com aptidões para treinar recursos humanos. Para empresas que possuem um departamento de recursos humanos, isso normalmente fica a cargo desses profissionais. Para as que não possuem, cabe então contratar consultores especializados em aprendizagem organizacional.

De qualquer forma, a informação e o conhecimento tornam-se substanciais para a implementação de ferramentas de gestão ambiental e a institucionalização dessas mudanças. Buscar conhecer o que o mercado oferece, o que as outras empresas estão fazendo, os recursos financeiros que estão disponibilizados e as pesquisas que já existem acerca de técnicas, produtos e manejos mais sustentáveis

podem proporcionar a “luz no fim do túnel” para as empresas que não sabem nem por onde começar as suas melhorias ambientais. Então, relacionar-se é preciso e é nesse ponto que se iniciam as trocas ambientais tanto de materiais como de informações.

A Figura 4.4 mostra, graficamente, as atividades das 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> etapas e seus *stakeholders* potencialmente envolvidos. Na 2<sup>o</sup> etapa, a entidade de apoio aparece novamente como um ator mediador, pois a empresa pode contratá-lo e ele por sua vez contratar a universidade e/ou os consultores externos. Ou a empresa pode contratar diretamente a universidade, que pode buscar apoios financeiros para pesquisa aplicada, tecnológica e de inovação com órgãos de fomento. Ou a empresa pode ainda contratar diretamente os consultores externos e/ou buscar recursos financeiros em órgãos de fomento, que podem contratar a universidade. Na 3<sup>o</sup> etapa a empresa tem a opção de contratar a entidade de apoio, que pode contratar os consultores especializados para esta ação, ou contratar diretamente os consultores.

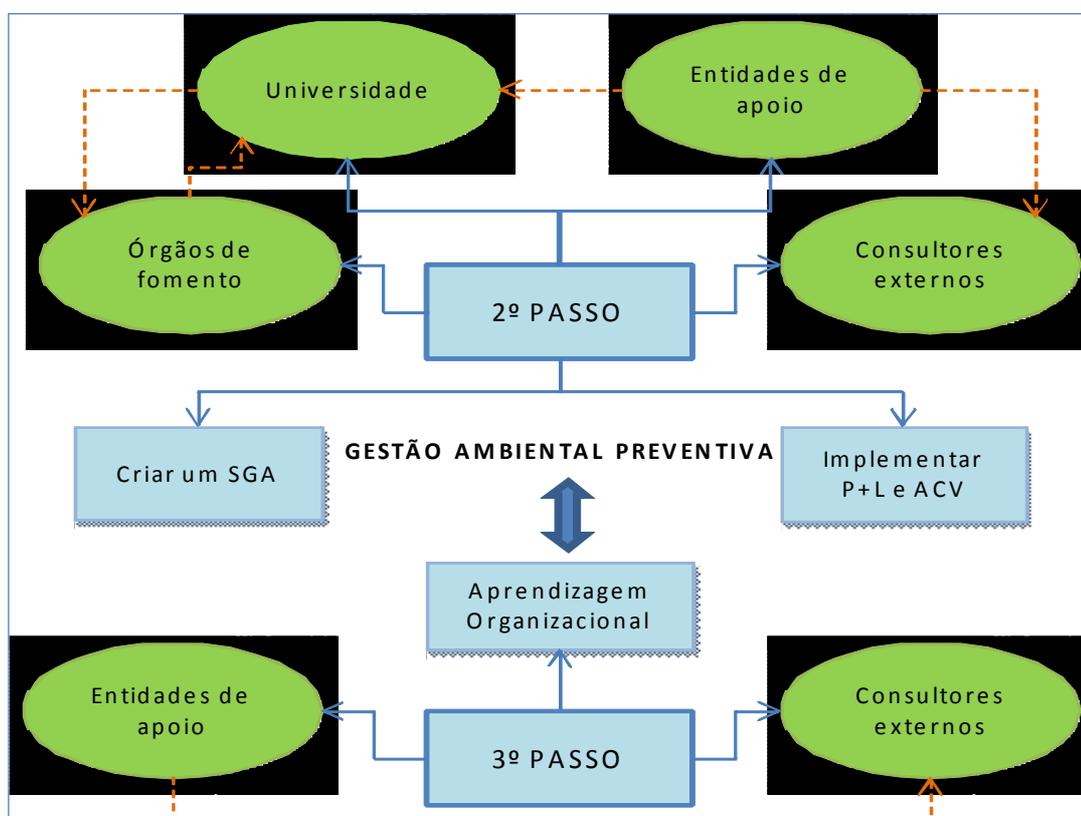


Figura 4.4: Fluxograma das 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> etapas do modelo de S.I.

Ressalta-se que após a implementação de uma gestão ambiental preventiva associada com uma educação ambiental interiorizada na empresa através das técnicas de aprendizagem organizacional, a empresa deixa de ser dependente de alguns *stakeholders* e passa a “caminhar sozinha”. Claro que as parcerias podem ser refeitas quando for necessário, por exemplo, no desenvolvimento de um novo produto, processo ou tecnologia.

#### **4º etapa: mapear os *stakeholders* com relação direta na cadeia de materiais e estabelecer critérios de inter-relações.**

*Stakeholders* potencialmente envolvidos: clientes, fornecedores, entidades públicas ou privadas de coleta e reciclagem, entidades de apoio, entidades associativas, empresas parceiras.

Antes de iniciar um gerenciamento das trocas e possíveis relações simbióticas entre as partes, é necessário conhecer os atores com relação direta na cadeia de materiais e estabelecer alguns critérios nas escolhas e negociações. Pode-se começar separando-os em dois grandes grupos:

#### **FORNECEDORES**

Pode-se chamar de fornecedores todos aqueles que de alguma forma fornecem produtos e/ou serviços para outrem. Dessa maneira, os fornecedores podem ser:

- de materiais: empresas que ofertam matérias-primas e insumos materiais. Como exemplos, cita-se minérios de ferro, resinas, químicos em geral, materiais de escritório, água engarrafada, etc.

-de serviços: podem ser públicos ou privados, e prestarem serviços desde fornecimento de serviços terceirizados diversos até serviços públicos. Como exemplos, pode-se relacionar prefeituras, contadores, consultores, empresas terceirizadas de acabamentos de peças, coleta de resíduos, transporte, serviços de alimentação, etc.

Neste grandioso universo de empresas fornecedoras - uma das empresas dos estudos de caso, por exemplo, possui uma relação de 4.000 fornecedores - é necessário primeiro relacionar os fornecedores ativos e salientar os produtos e/ou

serviços fornecidos. Pode-se perceber nos estudos de caso que algumas empresas ainda não possuem esse tipo de filtro nas suas listas de fornecedores.

Claro que é de conhecimento que o preço e qualidade dos produtos são os que, prioritariamente, determinam realmente a escolha por este ou aquele fornecedor. Porém, para buscar a Simbiose Industrial e se tornar “mais sustentável”, essa relação de prioridades precisa ser expandida. A minimização de impacto ambiental também precisa ser uma prioridade, tanto quanto preço como qualidade. E para isso pode servir o jargão “o barato sai caro”, pois cada vez mais percebe-se uma manifestação do mercado com relação aos produtos e processos “mais sustentáveis”, ou seja, as empresas que não tiverem os devidos cuidados com o meio ambiente tendem a perder clientes.

Obviamente existem situações de a empresa já manter uma relação próxima ou de longa data com um fornecedor. Então ela deve começar sugerindo as mudanças para seus fornecedores, estabelecendo metas para eles cumprirem. Podem também auxiliá-los nas suas mudanças, trocando experiências ou encaminhando-os para as inserirem-se na rede de S.I. É sabido que as mudanças ambientais não ocorrem imediatamente, as metas devem contemplar um tempo para os fornecedores se adaptarem antes de tornarem-se exigência. As empresas devem ter em mente a mudança do todo e estimular seus parceiros nas suas melhorias ambientais pode ter mais efeito para o desenvolvimento sustentável do que simplesmente trocar de fornecedor.

Porém, se for o caso de escolher novos fornecedores, as entidades de apoio ou associativas podem auxiliar na escolha ou em novos contatos. Assim sendo, os seguintes critérios devem ser levados em conta para escolha ou troca de fornecedores. Ressalta-se que eles estão alinhados com o PNRS:

- **PROXIMIDADE:** quanto mais perto forem as empresas, menos impactos ambientais ocorrerão relacionados à logística como, por exemplo, emissão de gás de efeito estufa, dióxido de carbono, oriundo do transporte. Essa proximidade também minimiza os custos relacionados ao transporte dos materiais. Além disso, estimular o desenvolvimento de empresas na região também tem uma importante função social e é uma das premissas do desenvolvimento sustentável.
- **TOXICIDADE:** conhecer o processo produtivo do fornecedor e a origem de suas matérias-primas. Sempre que possível, preferir materiais menos tóxicos

e que facilitem de reciclagem interna ou externa. Tem-se como exemplo uma das ações comentadas nos estudos de caso, onde a empresa substituiu o tipo de resina utilizada na areia de fundição por outra que possibilita uma menor geração de resíduo e viabiliza tecnicamente a regeneração deste.

- **USO DE RECURSOS NATURAIS:** preferir fornecedores que utilizem uma quantidade menor de recursos naturais, sejam eles renováveis ou não. Fornecedores que utilizam materiais reciclados ou co-produtos em seus processos que têm um papel importantíssimo na Simbiose Industrial.
- **INTERCÂMBIO:** preferir fornecedores que possibilitem trocas de materiais ou que compartilhem da co-responsabilidade pelos resíduos gerados (logística reversa). Um exemplo disso são empresas fornecedoras de rebolos que recebem os rebolos usados e que se responsabilizam por seu descarte adequado ou reciclagem; ou preferir usar tintas de empresas que se responsabilizam pelas latas usadas. Claro que a empresa compradora deve se certificar das ações ambientais do fornecedor, pois o conceito de logística reversa está ligado ganhos econômicos e não, necessariamente, ambientais. Esses intercâmbios possibilitam a redução de custos de descarte de resíduos e aumenta as possibilidades de reciclagem dos materiais.

Todos os critérios mencionados são de grande importância na inter-relação entre empresa e seus fornecedores. Porém os critérios de toxicidade e uso de recursos naturais devem sempre ser priorizados na escolha devido à necessidade urgente de economia de recursos naturais e diminuição drástica da poluição no planeta.

Esses mesmos critérios também devem servir para a contratação de empresas terceirizadas, ou seja, para todos os stakeholders que, de uma certa forma, a empresa pode escolher e/ou exigir.

### CLIENTES

“O cliente é a alma do negócio”, essa é a premissa básica do mercado. Porém, visando o desenvolvimento sustentável, essa relação não deve ser às cegas. Conhecer os clientes, seu processo produtivo, o mercado que ele atende, pode ser útil na hora de propor trocas ambientais. Na Simbiose Industrial, todas as partes envolvidas precisam ter conhecimento do todo. Os clientes também geram resíduos

e possuem suas problemáticas ambientais. Em muitas situações, os resíduos dos clientes podem ser matéria-prima de seus fornecedores. Inclusive esse exemplo já foi citado anteriormente na relação simbiótica direta da Empresa X com seu fornecedor de fundidos de cobre e da relação da Empresa Y com seu cliente que lhe fornece sucata. Então, além de existirem trocas ambientais nas compras de uma empresa, elas também podem existir nas vendas destas empresas.

Estipular critérios para a escolha de clientes torna-se difícil, ainda mais em uma economia em desenvolvimento e globalizada como a do nosso país. O setor metal-mecânico da Bacia dos Sinos, assim como de outras regiões, compete diretamente com outros países. Dessa forma a necessidade de perpetuação das empresas no mercado dificulta a possibilidade de escolha entre um ou outro cliente. Seria utópico propor que as empresas escolham seus clientes e vendam para os “mais sustentáveis”.

O que pode ser proposto é que as empresas foquem o seu desenvolvimento de produtos para os setores que trabalham com a redução da poluição como, por exemplo, empresas recicladoras ou produtos de tecnologias limpas. Quanto mais existirem empresas fornecendo para este nicho de mercado, os custos desses produtos tendem a diminuir, barateando o acesso a “produtos mais sustentáveis” e tecnologias limpas. Uma das empresas dos estudos de caso, por exemplo, iniciou uma ação de vendas para empresas de reciclagem e freou as vendas para empresas do segmento extrativista. Em termos gerais, se as empresas puderem optar venderem para este ou aquele cliente, fica a sugestão para optarem por segmentos e clientes preocupados com a questão ambiental.

A figura 4.5 mostra, graficamente, as atividades da 4<sup>o</sup> etapa e seus *stakeholders* potencialmente envolvidos. Os *stakeholders*-chave nesta etapa são os fornecedores e os clientes. Quanto aos fornecedores, devem ser mapeados e verificar se atendem aos critérios previamente estabelecidos pela empresa. Se sim ou se possuem possibilidade de atender a esses critérios, serão mantidos e devem se inserir na rede de SI, começando na 1<sup>o</sup> etapa. Se não atenderem os critérios e necessitarem ser substituídos ou contratar novos fornecedores, as empresas podem lançar mão das entidades de apoio, entidades associativas e outras empresas parceiras para a seleção desses novos fornecedores. Os novos fornecedores também devem se inserir na rede, Ressalta-se que esse processo de adequação e inserção de fornecedores na rede de S.I pode demandar tempo.

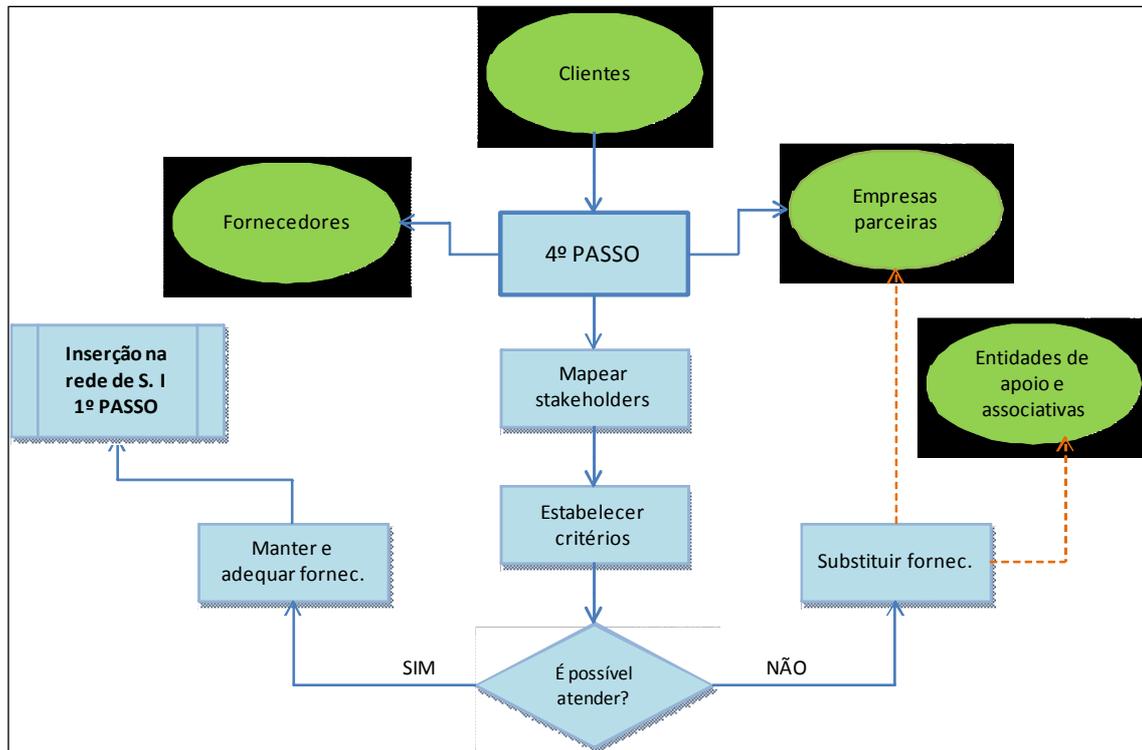


Figura 4.5: Fluxograma da 4ª etapa do modelo de S.I.

### 5ª etapa: Estabelecer a rede de Simbiose Industrial

Stakeholders potencialmente envolvidos: entidades associativas e de apoio (diretamente) e órgãos públicos e privados de fomento, universidades, instituições de pesquisa e desenvolvimento (indiretamente).

Como já mencionado na bibliografia, porém oportuno reforçar que, segundo Chertow (2000), a S.I. tem por objetivo integrar as indústrias que operam de forma isolada a operarem de forma coletiva, onde a cooperação e o intercâmbio de recursos tangíveis e intangíveis entre as indústrias resulta em vantagens competitivas.

Starlander (2003) complementa essa afirmação colocando que inúmeras são as vantagens de as empresas trabalharem em rede, pois não implica apenas troca de recursos tangíveis, mas também questões intangíveis, tais como a troca de experiências e conhecimento. Isto, no entanto, depende da disponibilidade das empresas para compartilhar informações e conhecimentos. Porém, é comum perceber em algumas empresas a relutância em compartilhar experiências, porque percebem o risco de revelar informações confidenciais. O autor aponta essa uma

das principais barreiras das redes de Simbiose Industrial e ressalta a importância da mudança com relação a esse aspecto no que tange melhorias ambientais conjuntas. A confiança entre os atores é um fator primordial para o sucesso das redes organizacionais.

Outros benefícios da formação de redes organizacionais são apontados por Powell (1990) apud Starlander (2003). Ele coloca que uma rede pode ajudar as empresas a desenvolver relacionamentos de longo prazo com fornecedores e prestadores de serviços. É a rede que pode proporcionar maior estabilidade, desde que não seja demasiado grande e difícil de gerir. Além disso, as redes podem permitir às empresas compartilhar os riscos e custos das atividades que estão além do alcance das capacidades de uma única empresa. Assim, as redes podem permitir que as empresas compartilhem os custos de investimentos que não fariam individualmente.

Nesse sentido, as empresas inevitavelmente precisam se unir e formarem uma rede. Para isso acontecer, elas precisam se encontrar, conversar, compartilhar, conhecer. Como facilitadores destes encontros e intercâmbios existem as entidades e grupos empresariais. No exemplo dos estudos de caso, SEBRAE-RS e o SINDIMETAL são instituições-chave para estes encontros. Outras entidades como associações, clubes de empresas e eventos como congressos, seminários, workshops podem reunir essas empresas.

As empresas do setor metal-mecânico da Bacia dos Sinos, neste modelo de busca por SI, devem procurar estas entidades e fazerem parte de seus grupos setoriais onde, como parceiros fundamentais às melhorias ambientais, estão as universidades, entidades de pesquisa e desenvolvimento, e órgãos de fomento. Todas estas instituições mencionadas possuem ações voltadas para o desenvolvimento das empresas tanto a nível de mercado, como tecnológico e ambiental. São as melhores oportunidades, neste momento, de as empresas realizarem trocas e formarem redes de parcerias.

Atualmente, na Bacia dos Sinos, o SEBRAE-RS e SINDIMETAL, em conjunto com a UNISINOS e o SENAI vêm desenvolvendo, com êxito, este apoio às empresas. Estas instituições, além de informações e encontros, ofertam para as empresas associadas serviços de consultorias e soluções conjuntas (ROCHA et al, 2006).

Portanto, estes *stakeholders* podem ter um forte papel dentro da Simbiose Industrial nesta região, inclusive na viabilização técnica e econômica das ações ambientais nas inter-relações. Nesse sentido, encontra-se a 5ª etapa.

A Figura 4.6 mostra, graficamente, as atividades da 5ª etapa e seus *stakeholders* envolvidos direta e indiretamente. Neste modelo de S.I. na Bacia dos Sinos, os *stakeholders* que se envolvem diretamente nesta etapa são as entidades de apoio e associativa, respectivamente SEBRAE/RS e SINDIMETAL. Estes, por sua vez, unem seus grupos setoriais com intuito de possibilitar a união das empresas filiadas. Dessa forma, são eles que estabelecem as parcerias com a universidade, a instituição de pesquisa e desenvolvimento, respectivamente para este modelo UNISINOS e SENAI/RS, e os órgãos de fomento.

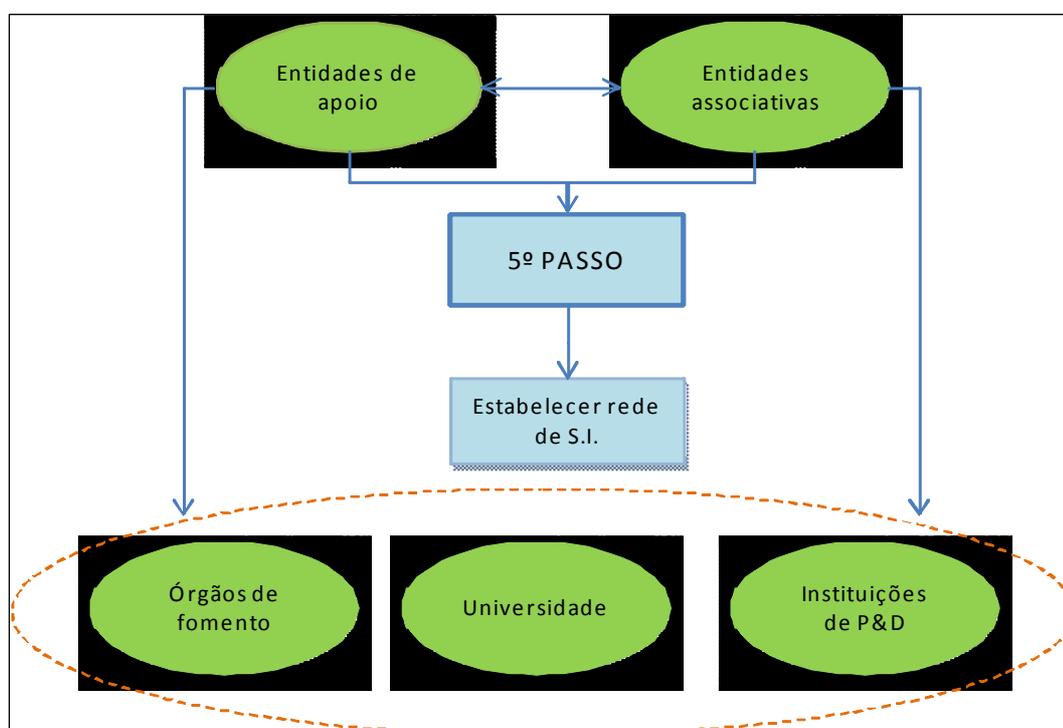


Figura 4.6: Fluxograma da 5ª etapa do modelo de S.I

#### 6ª etapa: Realizar estudos de viabilidade na rede de Simbiose Industrial

*Stakeholders* envolvidos: Entidades de apoio, órgãos de fomento públicos e privados, universidades, órgãos ambientais.

Mesmo as empresas realizando as etapas anteriores, chega um momento em que as ações esbarram nas perguntas: o quê fazer, como fazer e quanto custa, principalmente no que compete ao intercâmbio de co-produtos. As inter-ligações da

rede simbiótica precisam de estudos de viabilidade. Nesse ponto, novamente, entra em ação os *stakeholders* que podem apoiar as ações, ora pesquisando, ora financiando, ora avaliando as ações.

Os estudos de viabilidade técnica e econômica das ações ambientais, tanto intra-firmas, como entre-firmas são o que determina a possibilidade das relações simbióticas dentro da rede. Então, além das empresas comprometidas com os intercâmbios, os *stakeholders* envolvidos nesta etapa também necessitam estar comprometidos. Então, para este modelo ter chance de sucesso, essa estrutura de apoio às empresas precisa estar montada. Ressalta-se que os órgãos ambientais, estaduais e municipais, também precisam estar envolvidos para avaliar os intercâmbios. De nada adianta os estudos técnicos serem favoráveis se o órgão ambiental não permitir a ação. Ou seja, as ações ambientais não podem extrapolar a legislação.

A Figura 4.7 mostra, graficamente, as atividades da 6ª etapa e seus *stakeholders* envolvidos. Para os estudos de viabilidade as empresas podem contratar a entidade de apoio, que por sua vez pode contratar a universidade. A empresa também pode contratar diretamente as universidades, e estas contrataram órgãos de fomento através da pesquisa. Existe também a possibilidade de as organizações contratarem diretamente os órgãos de fomento para financiarem os estudos de viabilidade. O órgão ambiental aparece como um ator para avaliar os estudos de viabilidade

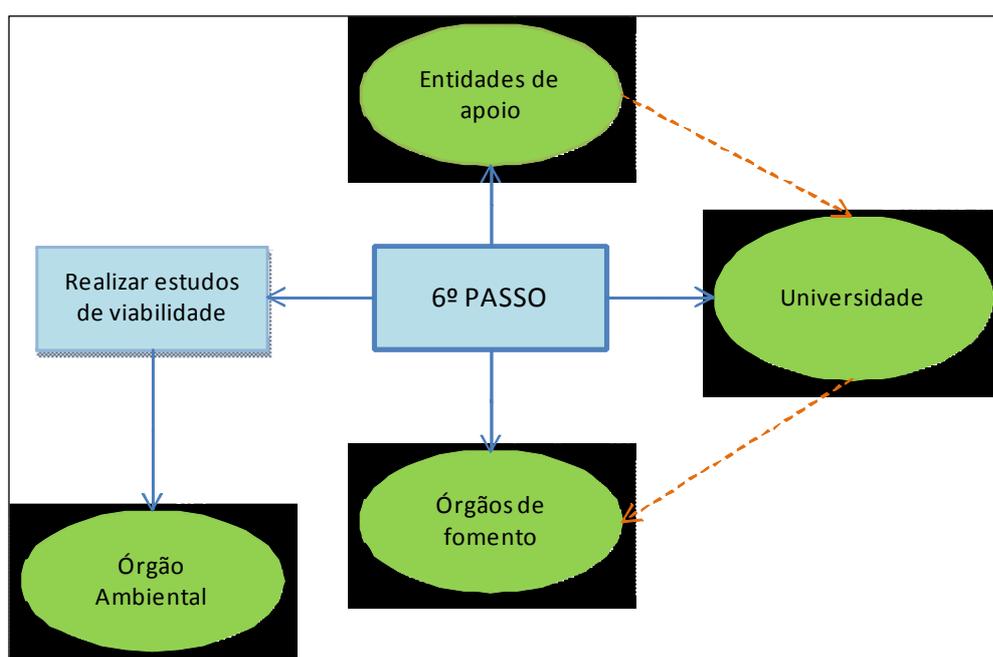


Figura 4.7: Fluxograma da 4ª etapa do modelo de S.I

## **7º etapa: Garantir que as relações simbióticas ocorram dentro da rede**

Stakeholders potencialmente envolvidos: clientes, fornecedores, entidades de apoio

Retomando as etapas anteriores, as empresas participantes da rede de Simbiose Industrial já estruturaram suas ferramentas de gestão ambiental preventivas, já estão em processo de aprendizagem das mudanças necessárias, já conhecem seus stakeholders, já se conhecem entre si, já sabem se os intercâmbios de materiais são ou não viáveis. Contudo precisa-se garantir que as trocas estudadas e avaliadas realmente ocorram.

Nesse sentido, as empresas necessitam ser monitoradas e a sugestão deste modelo é que isso ocorra por elas mesmas. No momento que as relações simbióticas acontecem, elas começam a fazer parte do negócio das empresas, principalmente se essas relações oportunizarem menos gastos e/ou maiores ganhos. Assim, duas são as sugestões para este modelo:

- Monitoramento entre empresas

Como discutido anteriormente, cria-se um mercado de trocas e uma interdependência entre as empresas. Dessa forma, propõe-se que as empresas que fizerem parte da rede monitorem-se umas às outras.

Essa proposta está baseada no requisito 4.4.6 de controle operacional da ISO 14001 que prevê “estabelecimento, implementação e manutenção de procedimentos associados aos aspectos ambientais significativos identificados de produtos e serviços utilizados pela organização e a comunicação de procedimentos e requisitos pertinentes a fornecedores, incluindo-se prestadores de serviço” (ABNT, 2004). Assim, além da empresa escolher parceiros que atendam aos procedimentos, ela deve auditar seus fornecedores para assegurar o cumprimento dos mesmos. A proposta para este modelo seria uma observância muito mais abrangente que esse requisito da norma, ou seja, a gestão ambiental com foco na prevenção de impactos ambientais adversos deve ser observada. Mas, evidentemente, este requisito da ISO 14001 pode acabar estimulando os cuidados ambientais relativos ao produto/serviço fornecido.

Dessa forma, no que tange trocas de co-produtos é interessante para a empresa que recebe o co-produto (cliente) ir até a empresa que o repassa

(fornecedor) e conferir se está acontecendo, por exemplo, a devida segregação e se o acondicionamento está de acordo com a legislação. No que tange a relação cliente-fornecedor, os estudos de caso já apontam uma cobrança dos clientes por cuidados ambientais de seus fornecedores. E essa cobrança pode ser formal, através da ISO (no caso dos clientes que a possuem) ou de perguntas realizadas em questionários para contratação ou avaliação de fornecedores. Também pode ser informal, pois os clientes interrogam seus fornecedores quanto aos cuidados ambientais. Essas situações estão narradas nos estudos de caso.

Outra vantagem do monitoramento entre empresas é a aprendizagem inter-organizacional, colocada por Starlander (2003) no seu estudo da Simbiose Industrial em Landskrona, na Suécia. Ele coloca que melhorar o conhecimento permite às empresas melhorar sua posição competitiva e que, na verdade, parece que as empresas, muitas vezes, aprendem através da colaboração com outras. Este seria outro benefício das inter-relações em uma rede de SI: aprender com a experiência alheia.

- Institucionalização de um selo de qualidade ambiental/técnica/gestão

Como já colocado anteriormente a questão ambiental é multifacetada e não se pode dissociá-la de outras evoluções empresariais, ou seja, o aprimoramento tecnológico e de gestão está diretamente ligado aos melhores desempenhos ambientais. As tecnologias mais recentes não só possibilitam a melhoria da qualidade dos processos e produtos como também maiores economias de recursos e geração de resíduos. Um exemplo é a mecanização da moldagem de caixas de areia verde para fundição, pois, quando realizada manualmente, desperdiça uma grande quantidade de matéria-prima, gerando muito resíduo. Quanto à gestão, se esta não for adequada, por exemplo, o proprietário da empresa não consegue perceber os custos relativos a desperdícios no processo.

Então, a segunda sugestão, é que a exemplo do que acontece no Grupo Fundi-RS, existe um selo de qualidade para as empresas que participam da rede. No grupo citado, existe o Selo Fundi-RS que contempla o atendimento a requisitos de melhorias ambientais, tecnológicas e de gestão (ROCHA et al, 2006). No ano 2010, 10 empresas já contam com o selo, sendo 04 re-certificações, pois essas empresas já possuíam o selo desde 2006. Com esse aumento do número de empresas certificadas (04 em 2006 e 06 em 2010), pode-se perceber o interesse das

organizações por buscar aprimoramentos e mantê-los (MORAES, 2010). Então, parte-se desse exemplo, para a sugestão de uma iniciativa semelhante neste modelo de SI, no setor metal-mecânico na Bacia do Rio dos Sinos.

A Figura 4.8 apresenta visualmente as inter-relações da 7ª etapa. Para a atividade de monitoramento das empresas, existe a interação entre clientes e fornecedores, de forma que eles se auto-monitorem. Quanto ao selo de qualidade, assim como acontece no Selo Fundi-RS, as empresas contratam a entidade de apoio, que por sua vez interage com a universidade e a instituição de pesquisa. No caso do exemplo citado, o SEBRAE/RS contrata a UNISINOS e o SENAI/RS para auxiliar as empresas a se enquadrarem nos requisitos para obtenção do Selo.

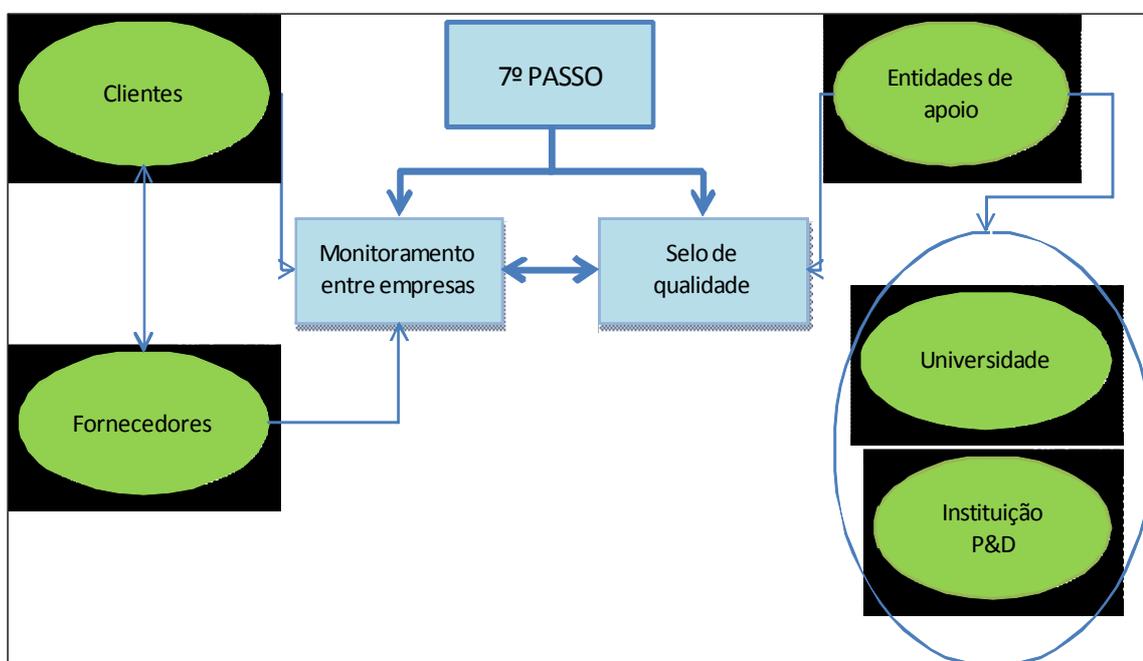


Figura 4.8: Fluxograma da 7ª etapa do modelo de S.I

#### 4.3.1 Consulta aos especialistas

Com o intuito de validar e enriquecer a proposta de modelo de Simbiose Industrial, alguns especialistas que, potencialmente, podem vir a atuar como *stakeholders* do modelo, foram consultados. Para tal, encaminhou-se, por email, junto com o modelo, a seguinte questão: **“Pela sua experiência, o modelo apresentado é aplicável no setor industrial onde atua? Justifique sua**

**resposta. Favor apontar, na sua opinião, as vantagens, barreiras, lacunas, outros possíveis atores envolvidos, e claro, suas sugestões.”**

Para determinar quais especialistas seriam convidados, foram levadas em consideração as seguintes atribuições:

- Experiência de atuação no setor metal-mecânico e/ou outros setores produtivos, com algum viés ambiental;
- Conhecimento da problemática ambiental nas empresas,
- Colaboradores de *stakeholders* envolvidos no modelo.
- Disponibilidade de colaboração com este trabalho (pessoas que já são conhecidas da pesquisadora e/ou seu orientador).

Foram encaminhados num total de 16 emails-convite, obtendo-se um retorno de 9 especialistas. A Tabela 4.14 demonstra os resultados da pergunta e algumas considerações-chave para este modelo.

Tabela 4.14: resultados da consulta aos especialistas.

ESPECIALISTA	ÁREA DE ATUAÇÃO	DE	COLOCAÇÕES
ESPECIALISTA 1	Consultor do setor metal-mecânico e especialista em fundição	em	“O modelo apresentado é perfeitamente viável, porém é necessário que exista: lucro na operação, entendimento entre as partes que além do lucro monetário, deve existir o lucro ambiental e entendimento entre as partes que deve ser uma operação de longo prazo”. “Acredito que a maior barreira é a do convencimento entre os “atores” envolvidos no processo.”
ESPECIALISTA 2	Gestor de projetos de entidade de apoio	de	“Sim, é aplicável. A abordagem proposta no estudo é prática e objetiva.” Sugestão: “Talvez abordar a constituição de uma rede pudesse ser um pouco mais trabalhada, pois o esforço neste sentido é muito grande.”
ESPECIALISTA 3	Colaboradora de empresa logística e transporte de resíduos	de	“Creio que o modelo de simbiose apresentado, pode ser aplicável.” “Atualmente existe o modelo de simbiose dentro do meu setor de atuação, com retornos financeiros (comprovados), operacionais e ambientais.”

ESPECIALISTA 4	Professora universitária da área ambiental	<p>“A SI em diversos setores industriais onde atuo e nos quais já são utilizados diferentes co-produtos, proporcionam a interação entre cadeias produtivas com redução de custos de processamento, tratamento e disposição final.”</p> <p>“Concordo com os atores envolvidos citados no trabalho”.</p> <p>Sugestão: “Propor e definir, com política pública, uma porcentagem de valoração de 10 a 30% do resíduo sólido gerado Classe II A e B e até mesmo Classe I (1% a 3%), incentivar também a recirculação de água em processos. Hoje ocorre somente a pressão para disposição em aterro e o cumprimento de padrões para lançamento em manancial hídrico</p>
ESPECIALISTA 5	Colaborador de Entidade de apoio	<p>Sugestão: Elucidar melhor os resultados, as formas de abordagens nas empresas e a viabilidade das ações propostas.</p>
ESPECIALISTA 6	Eng. Ambiental e colaborador- Setor petróleo e gás	<p>“Já praticamos de certa forma uma SI e, por isso, acredito que o modelo proposto é aplicável e, eficiente para se tangenciar um processo industrial com geração de resíduo no final do processo tendendo a zero”.</p> <p>Sugestão: “Que as possibilidades de interações não partissem das empresas e apenas dos funcionários, mas que pudessem ser vistas através de um banco de dados, por exemplo, uma página on-line com as seguintes informações: legislação; co-produtos; possibilidades entre co-produtos (artigos científicos); empresas de consultoria.”</p>
ESPECIALISTA 7	Professora universitária da área ambiental	<p>“O modelo é aplicável, pois engloba ferramentas ambientais já utilizadas na avaliação de desempenho ambiental. A grande vantagem é a integração que o modelo propõe destas ferramentas”.</p>
ESPECIALISTA 8	Colaborador de empresa de consultoria ambiental	<p>“Achei o modelo interessante”</p> <p>Sugestões: englobar o sistema de “Bolsa de Resíduos”; pensar mais na possibilidade do reuso da maior parte do resíduo possível dentro da própria empresa; geração de indicadores”; “Possuir na LO uma condicionante dizendo que pode-se receber resíduos, pois se na licença ambiental não constar que estamos licenciados para receber resíduos, tem empresas que não irão realizar este intercâmbio”.</p>
ESPECIALISTA 9	Prof universitário da área de Engenharia de Produção	<p>“É aplicável no seu conceito, porém na prática, é necessário explicitar mais claramente as vantagens obtidas, as quais não podem ser apenas ambientais. A falta de visibilidade dos retornos desse tipo de relação é, para mim, uma barreira e, uma lacuna na proposta apresentada”.</p> <p>Sugestões: “elencar, em cada etapa, as dimensões/variáveis envolvidas e quais mecanismos de alinhamento poderiam ser usados para promover a progressão no modelo”. “Sugerir indicadores globais, que mensurassem o ganho coletivo”.</p>

### 4.3.2 Considerações finais sobre o modelo de Simbiose Industrial

O modelo de Simbiose Industrial trata-se de uma proposta construída a partir dos dados obtidos no: mapeamento das indústrias; das informações obtidas nos estudos de caso, principalmente em função das relações simbióticas identificadas; e embasada no referencial teórico pesquisado. Contudo, ressalta-se que a proposta ainda deve ser aprimorada, pois para o modelo ser aplicado nas suas sete etapas, há barreiras que as empresas e seus stakeholders devem transpor. Nos estudos de caso, pode-se perceber que existem situações de ordem econômica, de falta de informações, de falta de entendimento da urgente necessidade de mudar, entre outras que podem dificultar a incorporação das empresas à rede de SI.

Em função disso, uma das primeiras barreiras poderá acontecer antes mesmo da 1ª etapa do modelo, que é sensibilizar a alta administração das organizações a tomar uma atitude pró-ativa com relação ao meio ambiente e ao mercado. Não que não seja possível, os estudos de caso mostram que as empresas apontam para as mudanças e algumas já as realizam, sem serem cobradas externamente. Mas existe o fato de que as melhorias esbarram nos investimentos ou nos gargalos de produção, deixando a questão ambiental em segundo plano ou então pelo comentário típico de “vamos esperar mais um pouco”.

Talvez uma solução para tal problemática seja a comprovação dos ganhos econômicos das melhorias ambientais, porém o ganho ambiental nem sempre pode ser tangível em números, ou seja, são qualitativos. Por exemplo, não se consegue medir o quanto um indivíduo multiplica para a sociedade a sua mudança de cultura ambiental. Dessa forma, alguns benefícios para o meio ambiente não são passíveis de mensurar, e sim de perceber, sentir, de agir naturalmente, de passar adiante.

Em função da existência dessas e de outras barreiras é que se faz muito importante a presença das entidades de apoio, universidades e instituições de fomento para a rede de SI. Essas instituições possuem o *know-how* e *expertises* para atrair, apoiar, sensibilizar e informar grupos de empresas e prospectar novos parceiros.

Quanto ao resultado obtido com a consulta aos especialistas, suas opiniões vêm a enriquecer a proposta do modelo de Simbiose Industrial, para o setor metal-

mecânico da Bacia dos Sinos. Além da confirmação da viabilidade do modelo por 7 dos 9 especialistas que responderam ao email-convite, todos forneceram importantes contribuições para aprimoramento do trabalho, demonstradas na Tabela 4.13. Inclusive, pelos especialistas de outras áreas, levanta-se a questão de o modelo poder vir a ser aplicado também em outros setores produtivos.

Levando em conta as considerações apresentadas pela pesquisadora e pelos especialistas, sinteticamente, pode-se dizer que o modelo necessita reforçar os benefícios econômicos para as empresas participantes e contemplar indicadores de desempenho. A proposta de novas políticas públicas para impulsionar o intercâmbio de co-produtos também pode auxiliar no sucesso do modelo.

Outra constatação importante sobre o modelo proposto é que as etapas não precisam, necessariamente, ser implementadas na sequência apresentada. Elas podem e devem ser seguidas e ajustadas conforme a necessidade, a situação atual e o *timing* de cada empresa para as melhorias e mudanças ambientais. Para isso a etapa de diagnóstico ambiental (1º etapa) torna-se primordial. Por exemplo, uma empresa que já esteja implementando alguma ferramenta de gestão ambiental preventiva ou importantes melhorias ambientais pode, primeiramente, ingressar na rede de simbiose industrial e simultaneamente ir implementando as demais etapas.

Cabe ressaltar que o modelo apresentado, bem como a opinião dos especialistas não torna a proposta fechada. Existe a necessidade de expandir esta pesquisa e realizar sua aplicação prática em diferentes realidades. Somente assim, podem-se levantar todas as demandas necessárias de serem contempladas e as lacunas do presente estudo.

É importante salientar também que, ao se considerar a avaliação das empresas-mãe, utilizadas como base para a construção do modelo, pontos positivos de uma empresa se somaram a outros pontos positivos das outras empresas, que se somaram a outras experiências relatadas em artigos científicos e técnicos. Essa cadeia de pontos positivos auxiliou na construção do modelo, pois independente dos motivos, constata-se que já existem iniciativas por parte das empresas:

- Preocupações dos empresários na busca de *stakeholders* próximos a empresa e com processos produtivos com maior comprometimento ambiental;

- A busca pelo intercâmbio de co-produtos e não disposição em aterros ou terrenos baldios;
- O interesse em identificar e reforçar relações socioambientais na troca de co-produtos, e divulgá-las;
- A troca de conhecimentos e experiências entre empresas parceiras;
- O entendimento da importância de uma boa imagem socioambiental frente ao mercado.
- A busca pelo auxílio em entidades de apoio e universidades para melhores desempenhos tecnológicos e ambientais.

Dentro do contexto das mudanças necessárias e urgentes e da questão ambiental possuir múltiplas faces, o modelo de SI proposto vem a contribuir para que as empresas, passo a passo, subam os degraus da escada da sustentabilidade (Figura 3.2), orientadas pela visão da Ecologia Industrial e impulsionando a sociedade nesse sentido. As empresas possuem um forte papel social e de formação de pessoas, pois a sua movimentação econômica acaba por ditar os padrões de produção e consumo da sociedade. Dessa forma, pode-se direcionar e formar opiniões junto aos governos e à sociedade. Então, se as organizações estiverem caminhando rumo a melhores desempenhos ambientais, a sociedade, de certa forma, também estará.

Claro que nem todas as empresas que venham a participar do modelo estarão no mesmo ritmo de subida desta escada na direção do desenvolvimento e consumo sustentável. Para umas pode vir a ser mais rápido que para outras em função de uma série de fatores culturais, econômicos, tecnológicos, sociais e políticos, porém não se trata de uma competição ou de quem chega primeiro. A Simbiose Industrial é uma forma de as organizações que estiverem mais a frente puxarem as demais, em uma relação de cooperação, onde os interesses estão focados nas relações “ganha ganha”, mas a busca pela sustentabilidade é que dá o impulso.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho, na medida em que foi se desenvolvendo, atingiu os objetivos propostos.

Com os resultados obtidos no mapeamento, pode-se identificar um número considerável de indústrias metal-mecânicas nos municípios dos trechos médio e inferior da Bacia dos Sinos. Com as dificuldades relatadas com relação aos dados, pode-se deduzir que existam muito mais empresas nesta região. Dessa forma, o risco potencial de impactos ambientais negativos oriundos deste setor produtivo, é alto nesta região.

Com a identificação de relações simbióticas que já ocorrem entre as empresas-mãe e seus *stakeholders*, conclui-se que existe uma grande possibilidade dessas empresas se relacionarem de forma a intercambiar seus co-produtos e minimizarem a poluição oriunda de disposições inadequadas ou em aterros industriais. Existe também, possibilidades de minimização do uso de recursos naturais através do uso de co-produtos como matéria-prima. Bain et al (2010) colocam que é de grande importância, para disseminar a SI no mundo, identificar, estudar e quantificar essas relações simbióticas entre empresas, pois as suas grandes colaborações para a sustentabilidade ainda não são conhecidas.

Ainda com relação aos estudos de caso, a análise dos motivos de as empresas buscarem as melhorias ambientais vem do fato de a questão ambiental ser multifacetada, englobando aspectos científicos (ou tecnológico), econômicos, sociais, culturais e políticos, demonstrando que não é possível existir uma única resposta para a questão dos motivos reais das empresas e pessoas mudarem. Porém, independentemente das motivações serem de ordem cultural ou econômica, a necessidade das mudanças ambientais é urgente e, assim, toda e qualquer prática empresarial no sentido de melhores desempenhos ambientais colaboram com a busca pela sustentabilidade.

Quanto ao modelo de Simbiose Industrial, a sua aplicação no setor metal-mecânico da região pode trazer relevantes ganhos ambientais e econômicos para as empresas participantes e *stakeholders*. Na medida em que as etapas do modelo avançam existe a possibilidade de as melhores práticas ambientais serem

multiplicadas para a sociedade, na medida em que as pessoas vão aprendendo e assimilando as mudanças.

Na opinião dos especialistas consultados, o modelo é viável de ser aplicado, contudo algumas questões devem ser aprimoradas como uma maior explicitação do ganho econômico das inter-relações e a criação de indicadores de desempenho da rede. Os especialistas levantam também a questão de o modelo ser aplicável em outros setores produtivos. Mas, ainda assim, a proposta não está fechada e necessita ser melhor pesquisada, principalmente na prática.

## 5.1 SUGESTÕES DE CONTINUAÇÃO DO TRABALHO

A fim de dar continuidade ao presente estudo, sugere-se:

- Enriquecer o mapeamento das indústrias do setor metal-mecânico realizando uma busca mais detalhada de empresas, seus produtos finais e seus co-produtos, formando um banco de dados mais consistente e real.
- Estudar outras empresas-mãe, a fim de identificar novas relações simbióticas e suas motivações.
- Realizar o mesmo estudo também nos *stakeholders* (cliente e fornecedor) dessas empresas, onde as relações simbióticas foram identificadas.
- Aplicar, na prática, o modelo de Simbiose Industrial proposto a fim de validar, enriquecer ou corrigir as ações propostas, identificar barreiras e lacunas, e adaptá-lo, se necessário, a realidade das empresas participantes, em grupo de empresas que já realizam relações simbióticas, e induzir a outro grupo de empresas a buscar relações deste tipo.
- Estudar, em um grupo de empresas participantes de Simbiose Industrial ou Eco parque, qual o ritmo de cada uma para subir a escada da sustentabilidade.
- Construir indicadores de desempenho ambiental para o modelo de Simbiose Industrial.
- Pesquisar sua aplicação também em outros setores produtivos da região.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**. Classificação de Resíduos, 2004.
2. BAIN, A.; SHENOY, M.; ASHTON, W.; CHERTOW, M. Industrial symbiosis and Waste Recovery in an Indian Industrial Area. **Elsevier - Resources, Conservation and Recycling**. 10 pages. April, 2010.
3. CALHEIRO, D.;PIRES, D.C; SIMON, L; AREND, C; MORAES, C.A.M. Avaliação dos aspectos e impactos ambientais de uma indústria de fundição. In: **Anais do 65º Congresso Internacional ABM**, eletrônico. Rio de Janeiro, 2010.
4. CASAGRANDE, D.F.M. **Minimização de impactos ambientais da indústria galvânica através do uso de soluções livres de cianeto**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental do Centro Universitário Feevale. Rio Grande do Sul, 2009.
5. CECCATTO, D.; MASUERO, A.B.; MORAES, C.A.M.; VILELA, A.C.F. Reciclaje de escoria granulada de fundición (EGF) como substitución de parte del cemento en hormigón. **Matéria (UFRJ)**, Vol. 14, p. 737-748, 2009.
6. CHERTOW, M., "Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy", **Annual Review of Energy and Environment**, Vol. 25, pp. 313-337, 2000.
7. CNTL. **Implementação de programas de produção mais limpa**. CNTL/SENAI-RS/UNIDO/UNEP, Porto Alegre, 2003.
8. COIMBRA, J.A.A. Linguagem e percepção ambiental In: PHILIPPI JR, A.; ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. Coleção Ambiental, Vol. 1. São Paulo: Manole, 2004.
9. COMITESINOS – Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. **Projeto Monalisa**. Disponível em: [http:// www.comitesinos.com.br](http://www.comitesinos.com.br) . Acessado em 21/10/2008.
10. COSTA, M. M. **Princípios da Ecologia Industrial aplicados a sustentabilidade ambiental e aos sistemas de produção do aço**. Tese de doutorado do curso de Ciências do Planejamento Estratégico da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2002.
11. DUTRA, C. R. A. et al. Reciclagem de Cavaco de Alumínio Contaminado oriundo de Processos de Usinagem. In: **Anais do III Congresso Internacional do Alumínio**. Vol. 1. p. 555-564. São Paulo, 2007.
12. EHRENFELD, J.; GERTLER, N. Industrial Ecology in Practice - The Evolution of Interdependence at Kalundborg. **Journal of Industrial Ecology**. Vol.1 .Nº1, 2007.

13. FMER – Federal Ministry of Education and Research. **The High-Tech Strategy on Climate Protection**. Public Relation Division . Berlin, 2008.
14. FEPAM - **Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais**. Etapa Rio Grande do Sul, 2001.
15. FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler . **Legislação Ambiental**. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/consema/> Acessado em Junho/2010.
16. FRAGOMENI, A.L.M. **Parques Industriais Ecológicos como Instrumento de Planejamento e Gestão Ambiental Cooperativa**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.
17. FREITAS, H; OLIVEIRA, M; SACCOL A.Z; MOSCAROLA, J. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração da USP, RAUSP**, v.35, nº 3, p.105-112. São Paulo, 2000.
18. GENG, Y.; ZHANG, P.; CÔTÉ, R.P.; FUJITA. T. Assessment of the National Eco-Industrial Park Standard for Promoting Industrial Symbiosis in China. **Journal of Industrial Ecology**. Vol. 13 Issue 1, Pages 15 - 26. Yale University, 2008.
19. GERVÁSIO, H.; SIMÕES, L. A sustentabilidade do aço. In: **Anais do V Congresso de Construção Metálica e Mista**. Portugal, 2005. Disponível em: [www.cmm.pt/gcom/publicações/conf\\_nac/cn\\_172.pdf](http://www.cmm.pt/gcom/publicações/conf_nac/cn_172.pdf). Acessado em 05/04/2010.
20. GOOGLE MAPS. Disponível em <http://maps.google.com.br>. Acessado em Janeiro/ 2010.
21. HAASE, J. **Projeto Marca D'água - Relatórios Preliminares – 2002**.
22. HAASE, J.; SILVA, M.L.B.C. Enquadramento das águas do Rio dos Sinos :um processo participativo. **XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Curitiba, 2003.
23. KCIS - The Kalundborg Centre for Industrial Symbiosis. **Industrial Symbiosis**, 2008. Disponível em <http://www.symbiosis.dk/>. Acessado em 20/04/2009.
24. KIPERSTOK, A.; AGRA FILHO, S.S.; ANDRADE, J.C.S.; FIGUERÔA, E.S.B.; COSTA, D.P. **Inovação e meio ambiente: elementos para o desenvolvimento sustentável na Bahia**. Série Construindo os recursos do amanhã, Vol. 2. Bahia: CRA, 2003.
25. KIPERSTOK, A.; MARINHO, M. Ecologia industrial e prevenção da poluição: uma contribuição ao debate regional. **Bahia Análise & Dados**. v.10 n.4 p.271-279, 2001.
26. KIPERSTOK, A.; COELHO, A.; TORRES, E. A.; MEIRA, C.C.; BRADLEY, S. P.; ROSEN, M. **Prevenção da poluição**. 1ª Edição. SENAI/DN, Brasília, 2002.

27. KORHONEN, J. Theory of industrial ecology: the case of the concept of Diversity. **Progress in Industrial Ecology – An International Journal**, University of Tampere, Finland, Vol. 2, No. 1, 2005.
28. KORHONEN, J., “Some Suggestions for Regional Industrial Ecosystems – Extended Industrial Ecology”. **Eco Management and Auditing**, Vol. 8, pp. 57-69, 2001.
29. KOTLER, P., **Administração de Marketing**. 9ª edição. São Paulo: Atlas, 1998.
30. LOWE, E., Eco-Industrial Park Handbook for Asian Developing Countries, **Indigo Development**, USA, 2001. Disponível em: <http://indigodev.com>. Acessado em jan/2010
31. MASSARD, G.; ERKMAN, S. A regional Industrial Symbiosis methodology and its implementation in Geneva, Switzerland. In: **Conference Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Life Cycle Management**, Zurich, 2007. Disponível em [http://www.lcm2007.org/paper/51\\_2.pdf](http://www.lcm2007.org/paper/51_2.pdf). Acessado em abril/2009.
32. MIRATA, M.; EMTAIRAH, T. Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: The case of the Landskrona industrial symbiosis programme. **Journal of Cleaner Production** . v. 13, pag. 993-1002, 2005.
33. MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 brasileira : resultado da consulta nacional / Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional**. 2ªed. Brasília, 2004. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idestrutura=18&idconteudo=575&idmenu=9065>. Acessado em 30/08/2009.
34. MONALISA. Projeto para Identificação dos Pontos de Impacto da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Retirada e Devolução de Água. **Relatório Técnico Final de Execução do Plano de Trabalho**. 2004
35. MORAES, C. A. M. ; GOMES, L.P. ; BOFF, R.D. Emprego de Areia Usada de Fundação em Coberturas **Intermediária e Final de Aterros Sanitários de RSU. Tecnologia em Metalurgia e Materiais**, v. 3, p. 71-76. São Paulo, 2007.
36. MORAES, C. A. M. ; KIELING, A. G. ; PANAZZOLO, D. ; BREHM, F.; KULAKOWSKI, M.P. A Influência da Segregação e Caracterização no Gerenciamento e Valorização de Resíduos Sólidos Industriais. In: **Anais do 63º Congresso Anual da ABM, TECART**, Vol. 1. p. 1801-1809. São Paulo, 2008.
37. MORAES, C.A.M. et al. Minimização da Geração de Resíduos em Pequenas Fundições: Limitações e Avanços. In: **Anais do V Fórum Internacional de Produção Mais Limpa**. Vol. 1. Porto Alegre, 2009.
38. MORAES, C.A.M. et al. Monitoramento de Um Programa de Produção Mais Limpa Implementado em uma Metalúrgica: Ganhos Ambientais. In: **Anais do 40º Seminário de Aciaria - Internacional da ABM**. Vol. 1. p. 489-496. São Paulo, 2009.

39. MORAES, C.A.M. et al; Avaliação da Gestão Empresarial, Tecnológica e Ambiental em Empresas de Fundição como Ferramentas para Aumento de Competitividade no Setor: O Caso do Projeto FUNDI-RS. In: **13o. Congresso de Fundição - CONAF 2007**, São Paulo : ABIFA,. Vol. 1. p. 1-14. São Paulo, 2007.
40. MORAES, C.A.M. Certificação de Qualidade. In: **JU Online**. Publicação eletrônica., 2010. Disponível em: <http://www.juonline.com.br/index.php/noticia/09.04.2010/certificacao-de-qualidade>. Acessado em 05/05/2010.
41. MUNICÍPIO DE CAMPO BOM. Coordenação de Meio ambiente. **Projeto Peixe Dourado**. Disponível em: [http://www.campobom.rs.gov.br/amb\\_peixe.asp](http://www.campobom.rs.gov.br/amb_peixe.asp) - Acessado em 21/10/2008.
42. NASCIMENTO, L.F.; LEMOS, A.D.C.; MELLO, M.C.A. **Gestão socioambiental estratégica**. Porto Alegre: Bookman (2008).
43. NETO, B.; KROEZE, C.; HORDIJK, L.; COSTA, C. Inventory of pollution reduction options for an aluminium pressure die casting plant. **Resources, Conservation and Recycling** nº 53, Pages. 309-320, 2009.
44. PEREIRA, A.S.; LIMA, J.C.F.; RUTKOWSKI, W. Ecologia Industrial, Produção e Ambiente: uma discussão sobre as abordagens de inter-conectividade produtiva. In: **Anais 1st International Workshop Advances in Cleaner Production**. Vol. 1. São Paulo, 2007.
45. PHILIPPI JR, A.; ROMÉRO, M.A.; BRUNA, G.C.; Uma introdução à Questão Ambiental. In: **Curso de Gestão Ambiental**. Coleção Ambiental, Vol. 1. São Paulo: Manole, 2004.
46. PLANO DE BACIADO RIO DOS SINOS - PLANO SINOS - **Proposta de Projeto** para Edital nº 4.12 - Demanda Induzida – 2007.
47. PMC - Prefeitura Municipal de Canoas/RS. Mapas. Disponível em <http://www.canoas.rs.gov.br/>. Acessado em fevereiro/2010.
48. PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente. **Lei nº 10.165 de 27 de dezembro de 2000**. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L10165.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10165.htm). Acessado em 20/04/2009.
49. PRÓ-SINOS. Programa de Educação Ambiental da Bacia do Rio dos Sinos. Disponível em <http://www.portalprosinos.com.br/>. Acessado em dezembro/2009.
50. PORTER, M.; LINDE VAN DER, C. Green and competitive. **Harvard Business Review**, p. 120-134, 2005.
51. ROCHA et al. Projeto Fundi-rs – Diagnóstico de Gestão Empresarial, Tecnológica e Ambiental como Ferramenta para Aumento da Competitividade no Setor de Fundição. In: **Anais do VI Seminário de Fundição da ABM**, São Paulo, 2006.

52. ROCHA, L.K. et al. Implementação de Ferramentas da Metodologia de Produção Mais Limpa: Estudo de Caso- Indústria de Fundição Metalúrgica Lorscheitter Ltda. **In: Anais do 61º Congresso Anual da ABM.** SÃO PAULO: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MATERIAIS. Vol. 61. p. 1801-1809. Rio de Janeiro, 2006.
53. ROCHA, L.K. et al. Projeto FUNDI-RS Diagnóstico de Gestão Empresarial, Tecnológica e Ambiental como Ferramenta para Aumento da Competitividade no Setor de Fundição. **In: Anais do VI Seminário de Fundição da ABM.** São Paulo: ABM, 2007. Vol. 1. São Paulo, 2006.
54. ROCHA, L.K.; MORAES, C. A. M. ; GARCIA, A.C.; GASPAR, R.C.; BREHM, F.A. Produção Mais Limpa e Análise de Ciclo de Vida, Ferramentas para Processos de Fabricação de Aço Ambientalmente Sustentáveis. **In: Proceedings of the XXXVIII Steelmaking Seminar - International - ABM,** . SÃO PAULO : ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MATERIAIS, Vol. 1. p. 176-183. Belo Horizonte, 2007.
55. ROCHA, L.K.; MORAES, C. A. M. ; OLIVEIRA NETO, F. ; CALHEIRO, D. ; GARCIA, A.C. Implementação de um Programa de Produção mais Limpa em uma Indústria Siderúrgica. **In: Anais do X Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente.** Vol. 1.,p. 1-9. 2008, Porto Alegre, 2008.
56. ROCHA, L.K.; MORAES, C.A.M.; GASPAR, R.C.; BREHM, F.A.; GARCIA, A.C. Aplicação de Ferramentas do Programa de Produção Mais Limpa na Gestão de Resíduos de uma Fundição. **In: Tecnologia em Metalurgia e Materiais:** Impresso. Vol. 4, p. 59-63. São Paulo, 2007.
57. ROCHA, L.K.; Moraes, C.A.M.; Souza, Y.S. A Aprendizagem Organizacional para a Inovação Ambiental: Atributo para a Competitividade. **In: XI Anais do Encontro Nacional e I Encontro Internacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente- ENGEMA.** Fortaleza, 2009.
58. SEMA - Secretaria Meio Ambiente do estado do Rio Grande do Sul. **Bacias Hidrográficas.** Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/sema/jsp/rhcomrios.jsp>. Acessado em 23/09/2009.
59. SOUZA, L.F. **Parecer Técnico DAT-MA Nº0616/2008.** Divisão de Assessoramento Técnico. Ministério Público do Rio Grande do Sul, 2008.
60. STARLANDER, J. E., “**Industrial Symbiosis: A Closer Look on Organizational Factors, a study based on the Industrial Symbiosis project in Landskrona**”, Thesis of the Master of Science in Environmental Management and Policy Lund, Sweden, October 2003.
61. TANIMOTO, A.H. **Proposta de Simbiose Industrial para minimizar os resíduos sólidos no Pólo Petroquímico de Camaçari.** Dissertação de mestrado profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2004.
62. TEIXEIRA, M. L. M.; DOMENICO, S. M. R. Fator humano: uma visão baseada em stakeholders. *In:* HANASHIRO, D. M. M.; TEIXEIRA, M.L.M; ZACCARELLI, L. M.

**Gestão do fator humano: uma visão baseada em stakeholders.** 2ª edição. São Paulo: Saraiva, 2008.

63. VEIGA, L.B.E. **Diretrizes para implantação de um Parque Industrial Ecológico – uma proposta para o PIE de Paracambi.** Tese de doutorado em Ciências em Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

64. VEIGA, L.B.E.; MAGRINI, A. Eco-industrial park development in Rio de Janeiro, Brazil: a tool for sustainable development - **Journal of Cleaner Production** Vol. 17 Pages 653–661, 2009.

65. ZIETSMA, C.; WINN, M.; BRANZEIT, O.; VERTINSKY, I. The war of the Woods: facilitators and impediments of organizational learning process. **British Journal of Management**, Vol. 13, S61–S74, 2002.

## ANEXO 1 - Questionário encaminhados para as empresas-mãe

### EMPRESA

Breve descrição da empresa (porte, nº funcionários, tempo no mercado, principal negócio, principais produtos, ramos que atende)

- 1- A empresa atende a que mercados?
- 2- Tem intenção de exportar? Para quais países?
- 3- Quem são seus principais clientes? Relacionar ramos e municípios
- 4- Seus clientes fazem algum tipo de exigência ou perguntas com relação às questões ambientais? Quais?
- 5- Quais são seus fornecedores? (enumerar todos os tipos e municípios)
- 6- A gerência/direção da empresa tem contato com os fornecedores ou é restrito ao departamento de compras? Essa relação é informal?
- 7- E com os clientes, como é a relação entre as partes?
- 8- Existe troca de informações com relação à gestão ambiental entre a empresa e seus parceiros? Comentar
- 9- Existem outros parceiros da empresa que têm alguma interação sócio-ambiental com a empresa, como prefeitura, comunidade, entorno, outras entidades? Comentar as ações
- 10- A empresa exige/estimula alguma melhoria ambiental de seus stakeholders?
- 11- Possui LO. (Licença de Operação? Da Fepam ou do município? Está em dia?
- 12- Faz uso de alguma ferramenta de gestão ambiental? Aplica ou se baseia em alguma cartilha? Qual?
- 13- A empresa tem preocupações com as questões ambientais? Em função de quê? Legislação? Custos ambientais? Cultura pessoal/empresarial? Pressão de clientes e/ou fornecedores e/ou outros interessados? Busca por certificações? Clima organizacional favorável? Incentivos financeiros? Inovação tecnológica? (sublinhar e comentar abaixo)
- 14- Existe algum planejamento ambiental nas ações da empresa?
- 15- A empresa tem ações (visando meio ambiente) de: (se sim, detalhar de uma forma geral e o tempo que a empresa adotou as ações)
  - A) Iniciativas gerenciais?
  - B) treinamento de pessoal? \_
  - C) Incentivos aos empregados que participam das melhorias ambientais?
  - D) Outras ações?

16- Quais as dificuldades que a empresa encontra para desenvolver suas ações ambientais?

17- Quais os resultados percebidos com as ações já realizadas? (econômico, ambiental, social, satisfação dos colaboradores, novos parceiros)

18- Futuramente, quais as ações voltadas para meio ambiente a empresa espera realizar e quais os resultados almejados?

19- Quanto às ações ambientais que a empresa realiza, como surgiram essas iniciativas? Qual a fonte de informações mais utilizada? (mídia, cursos, grupos, informações pessoais, percepções)

OUTRAS OBSERVAÇÕES SOBRE A EMPRESA:

## PROCESSOS

Breve descrição dos processos e atividades realizadas para a fabricação de seus produtos.

20 - A empresa possui quadros técnicos responsáveis pela área de meio-ambiente? Qual formação/capacitação?

21- A empresa possui planilha de aspectos e impactos ambientais das suas atividades? (se possível, obter uma cópia)

22- Quais as principais matérias-primas utilizadas nos processos?

23- Especificamente com relação à água, a empresa gera algum efluente? Que tipo e quais as ações da empresa com relação a esse aspecto? Faz reuso de água? Utiliza água da chuva?

24- Com relação ao uso de energia, a empresa realiza alguma ação para minimizar o uso/gasto com energia? Quais?

25- A empresa tem ações de controle de particulados e/ ou gases?

26 Com relação aos resíduos sólidos, quais os tipos de resíduos, forma de armazenamento classificação ambiental (NBR 10004) e destino final? Existe segregação? Quais as ações ambientais específicas para esse resíduo? Caso encaminhe para aterro industrial - Emite MTR? (preencher quadro). Têm resíduos que são vendidos – o que é feito com os recursos arrecadados? Para que tipo de empresa, no próprio estado, ou fora? Qual órgão ambiental fiscaliza o gerenciamento de resíduos da empresa? A empresa possui PGRS? A empresa doa resíduos – se sim faz controle disso com registros?

RESIDUO	SEGREGA? (SIM/NÃO)	ARMAZENAMEN TO	DESTINO FINAL	AÇÕES ESPECÍFICAS

27. A empresa quantifica os resíduos gerados, faz algum balanço de massa e energia?

28. A empresa tem indicadores de desempenho? Qualidade, ambiental?

OUTRAS OBSERVAÇÕES SOBRE O PROCESSO E ATIVIDADES

## ANEXO 2 - Planilha de aspectos e impactos ambientais da Empresa Y

PROCESSO	ASPECTO	IMPACTO POTENCIAL
<b>Ferramentaria</b>	Geração de Resíduos Sólidos (Madeira, Isopor, Embalagens)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro
	Consumo de madeira, de tinta, alumínio para o modelo, massa plástica e energia elétrica.	Uso de Recursos Naturais
<b>Macharia</b>	Geração de Resíduos Sólidos (Areia Fenólica/Shell/Silicato)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro
	Consumo de energia elétrica, grafite, CO2, GLP	Uso de Recursos Naturais
	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa
<b>Preparação da Areia (Fenólica e Verde)</b>	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa
	Geração de Resíduos Sólidos (areia com resinas)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro
	Consumo de areia base, energia elétrica, resinas, água	Uso de Recursos Naturais
<b>Moldagem</b>	Consumo de Cola	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro
	Consumo de filtro, álcool, grafite, machos (fenólico, silicato e shell), consumo de energia elétrica	Uso de Recursos Naturais
	Geração de Ruídos	Incômodo à Comunidade
<b>Fusão (Cizento e Nodular)</b>	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa
	Geração de Resíduos Sólidos escória, cápsula shell, embalagens e EPI's	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro
	Consumo de óleo BTE, metais, água para resfriamento e energia elétrica	Uso de Recursos Naturais
	Geração de Ruídos	Incômodo à Comunidade
<b>Vazamento</b>	Geração de Resíduos Sólidos (Escória)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro
	Consumo de Ligas e energia elétrica	Uso de Recursos Naturais
	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa
<b>Desmoldagem (Verde e Fenólica)</b>	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa
	Consumo de Energia Elétrica	Uso de Recursos Naturais
	Geração de Ruídos	Incômodo à Comunidade
	Geração de Resíduos Sólidos areias (fenólica/verde/silicato/ shell) e EPI's	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro
<b>Acabamento</b>	Emissões Atmosféricas	Contaminação do Ar e Contribuição para Efeito Estufa
	Geração de Resíduos Sólidos (Pó, Granalha, Metálicos)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro
	Geração de Ruídos	Incômodo à Comunidade
	Consumo de granalha, tinta, energia elétrica	Uso de Recursos Naturais
<b>Usinagem</b>	Consumo de Energia Elétrica e utilização de fluido de corte e lubrificante	Uso de Recursos Naturais
	Geração de Resíduos Sólidos (Cavacos)	Contaminação do Solo/Água e Ocupação em Aterro