



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

Liane Mählmann Kipper

AÇÕES ESTRATÉGICAS SISTÊMICAS PARA A REDE
SUSTENTÁVEL DE RECICLAGEM DE PLÁSTICOS

Tese de Doutorado

FLORIANÓPOLIS

2005

LIANE MÄHLMANN KIPPER

**AÇÕES ESTRATÉGICAS SISTÊMICAS PARA A REDE
SUSTENTÁVEL DE RECICLAGEM DE PLÁSTICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina, como
requisito parcial para obtenção do título de
Doutor em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof^a. Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dra.

FLORIANÓPOLIS

2005

628
K57a

Kipper, Liane Mählmann

Ações estratégicas sistêmicas para a rede sustentável de reciclagem de plásticos / Liane Mählmann Kipper ; orientado por Sandra Sulamita Nahas Baasch. - - Florianópolis, 2005.

2411 f.

Inclui figuras, fotos, gráficos, quadros, tabelas e lista de siglas.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

1. Resíduos. 2. Plástico pós-consumo. 3. Gerenciamento I. Baasch, Sandra Sulamita Nahas. II. Título.

CDD

LIANE MÄHLMANN KIPPER

**AÇÕES ESTRATÉGICAS SISTÊMICAS PARA A REDE
SUSTENTÁVEL DE RECICLAGEM DE PLÁSTICOS**

Esta Tese foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 27 de outubro de 2005.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Programa

Banca Examinadora

Profª. Sandra Sulamita Nahas Baasch, Dra.
Orientadora

Prof. Alexandre de Ávila Lerípio, Dr.
Moderador

Prof. Artur Santos Dias de Oliveira, Dr.
Examinador Externo - FURG

Profª. Adriane Lawisch Rodriguez, Dra.
Examinadora Externa - UNISC

Prof. Harryson Luiz da Silva, Dr.
Examinador

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas dizem que todos nós viemos ao mundo a passeio e que estamos aqui de passagem. Penso que a realização de um curso de doutorado e de uma tese só qualifica mais ainda essa passagem. Nesse caminho muitas pessoas fizeram parte dele, assim agradeço a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram com a construção desse trabalho.

Deixo registrado meu agradecimento especial ao Heitor amigo, companheiro e parceiro dessa jornada. Ao Bernardo e à Martina, filhos amados, espero ter deixado não só a ausência em vários momentos, mas o exemplo de dedicação que todo o bom profissional deve ter e à Lorecy da Silva, pessoa especial que antes de tudo foi parceira nessa jornada. À minha família de onde sempre recebo incentivos e reconhecimento pelo trabalho realizado. Em especial, ao meu pai Cláudio, minha mãe Neuci e minha irmã Cláudia que sempre estiveram por perto, mesmo quando eu não podia estar com eles.

Gratidão também ao Grupo de Pesquisa em Reciclagem de Plásticos e à UNISC; colegas da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, dos Departamentos de Química e Física e de Engenharias, Arquitetura e Ciências Agrárias e bolsistas de iniciação científica, em especial a bolsista Ana Júlia Dal Forno, muito obrigado pelo apoio em todos os sentidos.

Às minhas colegas e amigas, Prof^a. Adriane de Assis Lawisch e Cláudia Mendes Mählmann, por quem tenho enorme admiração e carinho, registro minha gratidão pelo incentivo e força.

Agradeço especialmente à minha orientadora Sandra, com quem aprendi o valor existente nos processos que passamos, sendo eles mais valiosos que os resultados alcançados. Esse ensinamento levarei sempre comigo e o usarei na lida diária.

Muito obrigado a todos.

RESUMO

KIPPER, Liane Mählmann. **Ações estratégicas sistêmicas para a rede sustentável de reciclagem de plásticos**. 2005. 241 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Vivemos em uma sociedade capitalista e consumista, onde os impactos da industrialização e do crescimento populacional, bem como seus efeitos sócio-ambientais, nas áreas urbanas, estão entre os maiores desafios da política de gestão ambiental. Nessa realidade a grande geração de lixo vem agravar o quadro ambiental. Propor ações estratégicas para implantar-se um sistema de gestão permanente e adequado necessita de uma nova postura do homem em relação ao meio, na procura de reduzir o consumo de recursos naturais, produção de resíduos, como também reutilizar e reciclar os resíduos provenientes das suas atividades. Em relação à reciclagem do resíduo plástico, ele poderá contribuir com a viabilidade econômica da reciclagem do lixo em geral, pois economiza matéria-prima, vem aparecendo com grande intensidade na massa de resíduos dos municípios brasileiros e apresenta grande conteúdo energético. A proposta em questão estuda, a partir de um município gaúcho o comportamento da rede de comercialização e de reciclagem de resíduos plásticos existente na região, bem como a influência dos principais agentes envolvidos nessa atividade. A metodologia utilizada baseia-se na abordagem sistêmica e crítica, considerando que todas as variáveis envolvidas estão inter-relacionadas. De acordo com essa concepção pode-se definir a rede de reciclagem de plástico como uma unidade global organizada de inter-relações entre elementos, ações e indivíduos. Esses elementos não são unidades simples e sim relativas ao todo do qual fazem parte. Tendo como base essa concepção e o processo realizado pode-se propor que, para a existência de uma rede sustentável de reciclagem de plásticos em nível municipal e ou regional, exista um comitê gestor de resíduos sólidos visando a integração dos agentes e a auto-regulação necessária para a sustentação da rede de reciclagem de plásticos.

Palavras-chave: Resíduos. Plástico pós-consumo. Gerenciamento.

ABSTRACT

KIPPER, Liane Mählmann. **Sistêmicas strategical actions for the sustainable net of plastic recycling**. 2005. 241 f. Thesis (Doctoring in Production Enginnering) - Technology Center, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis.

We live in a capitalist consumerist society where the impacts of industrialization and population growth, as well as its socio-environment effect, in urban areas, are amongst the highest challenges of political environment management. Such reality, (e.g.) the huge waste generation, aggravates the environment panorama. A new attitude of mankind to the environment, considering vital actions to implant a permanent and adjusted management, is necessary in order to examine possibilities of reduction of natural resources, production of residues as well as reuse and recycle of residues proceeding from its activities. Plastic residue recycling might contribute to economic viability of waste recycling in general, once it recovers raw material, present with great intensity in the mass residues of Brazilian cities, representing huge energy content. This work studies the behavior of a commercialization net and the recycling of plastic residues in the region of a city of Rio Grande so Sul – Brazil, as well as the influence of the major agents involved in the activity. The methodology is based on the systemic and critical approach, considering that all variables are interrelated. According to such conception the plastic recycling net can be defined as an organized global unit of Inter-relations among elements, actions and human beings. These elements are not simple units but relative to the whole which they are part of. Based in this conception and the process carried out, it is possible to propose: for a sustainable net of plastic recycling in municipal and or regional level, it is necessary a managing committee of solid residues is necessary with the goal of integrating the agents and the necessary auto-regulation to maintain the net of plastic recycling.

Keywords: Residues. Plastic post-consume. Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estruturação da Tese – Etapas de construção do conhecimento.	24
Figura 2: O macroconceito definido por Edgar Morin.	29
Figura 3: Representação de um sistema.	37
Figura 4: Representação do princípio do geral para o detalhe.	39
Figura 5: Exemplo de um sistema analisado a partir de diferentes aspectos, gerando diferentes estruturas.	41
Figura 6. Fluxo de entrada e saída nos adensamentos populacionais.....	43
Figura 7: Prioridades na gestão de resíduos sólidos.	54
Figura 8. Formas de disposição e de tratamento de matéria-prima pós-consumida.	58
Figura 9: Atividades relacionadas com a reciclagem.....	62
Figura 10: Fluxo comercial da reciclagem de plástico e seus agentes.....	87
Figura 11: Mapeamento do processo de separação de termoplásticos por densidade.....	111
Figura 12: Fluxograma das etapas da reciclagem mecânica.	113
Figura 13: Fluxograma do processo de reciclagem química.	115
Figura 14: Fluxograma do processo de reciclagem energética.	117
Figura 15: Rede de produção e reciclagem de plásticos.	120
Figura 16: Proposta de análise do balanço de massa e energia existente nos agentes que compõem a rede de reciclagem de plásticos.	121
Figura 17: Diagrama da mobilização de pessoas para a mudança de comportamento.	138
Figura 18. Proposta de estrutura para a constituição da rede sustentável de reciclagem de plásticos.....	194
Figura 19. Sistema urbano analisado sob o as regiões de coleta.	195

LISTA DE FOTOS

Foto 1: Fardo de plástico duro.....	152
Foto 2: Fardo de garrafas plásticas.	152
Foto 3: Pátio do agente 6 com carroça utilizada para recolher resíduos.	173
Foto 4: Disposição dos fardos de recicláveis no galpão do agente 6.....	174
Foto 5: Associados do agente 6 na atividade diária e disposição de materiais triados e dispostos em sacolas.....	174
Foto 6: Local de disposição dos materiais recolhidos nos domicílios pelos associados do agente 6.....	175
Foto 7: Vista interna do pavilhão da associação.	175
Foto 8: Rolos de papelões industriais.	177
Foto 9: Embalagens de papelão nos depósitos do agente 8.	178
Foto 10: Disposição dos plásticos enfardados aguardando comercialização.....	178
Foto 11: Fardos de papel oriundos de indústria fumageira	179
Foto 12: Vista interna do prédio da separação de alguns materiais já prensados..	179

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Composição dos materiais oriundos da coleta seletiva, em percentagem de peso, em algumas cidades do Brasil, 1999.....	59
Gráfico 2: Composição dos materiais oriundos da coleta seletiva, em percentagem de peso, em algumas cidades do Brasil, 2004.....	60
Gráfico 3: Termoplásticos mais encontrados no resíduo sólido urbano brasileiro. .	61
Gráfico 4: Produção de derivados do petróleo no Brasil.	66
Gráfico 5: Evolução da produção e do consumo aparente do PEAD, em toneladas.	93
Gráfico 6: Evolução da produção e do consumo aparente do PEBD, em toneladas.	93
Gráfico 7: Evolução da produção e do consumo aparente do PEBDL, em toneladas.	94
Gráfico 8: Evolução da produção e do consumo aparente do PP, em toneladas.	94
Gráfico 9: Evolução da produção e do consumo aparente do PS, em toneladas.	95
Gráfico 10: Evolução da produção e do consumo aparente do PET, em toneladas.	95
Gráfico 11: Evolução da produção e do consumo aparente do PVC, em toneladas.	96
Gráfico 12: Produção e consumo aparente dos plásticos no Brasil entre 1997 e 2000, em toneladas.	98
Gráfico 13: Proporção de plástico reciclado no Estado do Rio Grande do Sul.	101
Gráfico 14: Usos do plástico reciclado no Estado do Rio Grande do Sul.	103
Gráfico 15: Comparação entre o índice de reciclagem mecânica pós-consumo no Brasil.....	105
Gráfico 16: Relação entre respostas sobre o conceito de lixo e faixa etária.....	137
Gráfico 17: Percentuais de separação dos resíduos pelos cidadãos amostrados nas regiões de coleta.....	139
Gráfico 18: Forma de separação do resíduo gerado.	140

Gráfico 19: Percepções dos entrevistados em relação aos resíduos gerados em maior volume.....	142
Gráfico 20: Composição gravimétrica dos principais resíduos sólidos recicláveis amostrados na região central.....	143
Gráfico 21: Composição gravimétrica dos plásticos encontrados na amostra da região central do município.....	144
Gráfico 22: Composição gravimétrica dos plásticos encontrados na região central do município.....	145
Gráfico 23: Composição gravimétrica dos principais resíduos sólidos amostrados na região de coleta nº 2.	146
Gráfico 24: Composição gravimétrica dos principais resíduos plásticos amostrados na região de coleta nº 2.	146
Gráfico 25: Composição gravimétrica dos principais resíduos sólidos amostrados na região de coleta nº 3.	147
Gráfico 26: Composição gravimétrica dos plásticos encontrados na região 3 do município.	148
Gráfico 27: Composição gravimétrica dos principais resíduos sólidos amostrados na região de coleta nº 4.	148
Gráfico 28: Composição gravimétrica dos plásticos encontrados na região 4 do município de Santa Cruz do Sul.	149
Gráfico 29: Composição gravimétrica dos principais resíduos sólidos amostrados na região de coleta nº 5 do Município de Santa Cruz do Sul.	149
Gráfico 30: Composição gravimétrica dos plásticos encontrados na região 5 do município de Santa Cruz do Sul.	150
Gráfico 31: Evolução dos principais materiais recicláveis triados para comercialização no período de janeiro/2000 a setembro/2002.	159
Gráfico 32: Evolução dos plásticos triados na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.	160
Gráfico 33: Evolução dos papéis triados na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.	161
Gráfico 34: Evolução das latas triadas na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.	162
Gráfico 35: Evolução do alumínio triado na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.	163

Gráfico 36: Evolução dos vidros triados na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.	164
Gráfico 37: Evolução dos vidros de conserva e garrafas selecionadas na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.....	164
Gráfico 38: Resultados da composição gravimétrica dos resíduos da zona urbana de Santa Cruz do Sul em 2001.....	188
Gráfico 39: Resultados da composição gravimétrica dos resíduos plásticos na zona urbana do município de Santa Cruz do Sul em 2001	189

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Síntese da evolução da Gestão Ambiental sob a influência dos cinco paradigmas.	49
Quadro 2: Vantagens, Desvantagens e exigências para cada sistema de coleta.	64
Quadro 3: Principais agentes, entradas e saídas da cadeia produtiva da indústria petroquímica.	69
Quadro 4: Relação entre a simbologia e o formato do fundo de embalagens.	75
Quadro 5: Características utilizadas na identificação dos principais termoplásticos encontrados no pós-consumo.	76
Quadro 6: Tipos de Plásticos Utilizados na Fabricação de Alguns Produtos.	77
Quadro 7: Uso dos plásticos mais presentes nos dias atuais na massa de resíduos.	78
Quadro 8: Incremento do consumo de PET para embalagens no Brasil.	80
Quadro 9: Relação de alguns pontos cruciais para o desenvolvimento da reciclagem de plásticos.	86
Quadro 10: Valor da energia de alguns combustíveis.	116
Quadro 11: Apresentação das regiões da zona urbana do Município de Santa Cruz do Sul analisadas.	124
Quadro 12: Apresentação dos procedimentos metodológicos utilizados e sua temporalidade.	127
Quadro 13: Preço médio pago por quilos de plásticos.	154
Quadro 14: Quantidade e preço médio pago pelos materiais plásticos vendidos pela usina em 1998.	157
Quadro 15: Valores pagos em 2002 ao agente 6 pelos plásticos triados.	173
Quadro 16: Dificuldades apresentadas e soluções possíveis.	187
Quadro 17: Agentes, processos e funções para a sustentação da rede de reciclagem de plásticos.	196

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Destinação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.....	55
Tabela 2: Destino dos resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul.....	57
Tabela 3: Produtos químicos e capacidade instalada de produção.....	68
Tabela 4: Participação por tipo de resíduo plástico consumido em seis Estados Brasileiros e média Nacional.....	80
Tabela 5: Evolução do volume e da taxa de crescimento de termoplásticos no mercado brasileiro de embalagens.....	91
Tabela 6: Participação dos plásticos por mercado de aplicação	92
Tabela 7: Produção de plásticos no Brasil nos anos de 1997 a 2000.....	97
Tabela 8: Consumo aparente de plásticos no Brasil nos anos de 1997 até 2000...	97
Tabela 9: Evolução do consumo de matérias-primas por resinas plásticas no Estado do RS.....	99
Tabela 10: Quantidade de plástico reciclado no Estado do RS.....	100
Tabela 11: Preço médio de compra das matérias-primas.....	102
Tabela 12: Preço de compra pós-consumo X industrial.....	102
Tabela 13: Comparativo para a IRP do Brasil, a partir das regiões pesquisadas, segundo dimensionamento geral.....	104
Tabela 14: Tendência da produção de lixo domiciliar e a participação dos plásticos.....	106
Tabela 15: Consumo de embalagens por segmento.....	106
Tabela 16: Resultados da análise de umidade na amostra da região de coleta 2..	151
Tabela 17: Resultados do teste de umidade realizado na amostragem da região 4.....	151
Tabela 18: Resultados do teste de umidade realizado na amostragem da região 5.....	151
Tabela 19: Entradas, perdas e saídas do resíduo domiciliar de Santa Cruz do Sul que chega à usina de triagem de janeiro de 2000 até novembro de 2002.....	158
Tabela 20: Custo do serviço e a variação de 2002 para 2005.....	166
Tabela 21: Quantidades triadas na usina de reciclagem do município de Santa Cruz do Sul, nos anos de 2003 e 2004.....	167

LISTA DE SIGLAS

ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria de Plásticos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAPEX	Associação Brasileira de Poliestireno Expandido
ACOTRALI	Associação Comunitária dos Trabalhadores na Seleção do Lixo
AFUBRA	Associação dos Fumicultores do Brasil
ATESC	Associação Profissional dos Tecnicos Industriais no Estado de Santa Catarina
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETEA	Centro de Tecnologia em Embalagem
CFC	Cloro-fluor-carbono
CINBALAGENS	Consórcio Intermunicipal de Recolhimento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos
COPENE	Petroquímica do Nordeste S. A.
COPE SUL	Companhia Petroquímica do Sul
COREDE	Conselho Regional de Desenvolvimento
DEMA	Departamento de Meio Ambiente
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FAPERGS	Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler
FUNPASC	Fundação para a Proteção Ambiental de Santa Cruz do Sul
GP	Gerenciamento de Processos
HCl	Ácido clorídrico
HF	Ácido fluorídrico
HIPS	Poliestireno de Alto Impacto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Mercadorias e Prestação de Serviços
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados

IRMpc	Índice de Reciclagem Mecânica Pós-consumo
IRP	Indústria de Reciclagem de Plásticos
ITAL	Instituto de Tecnologia de Alimentos
LEV	Locais de Entrega Voluntária
PE	Polietileno
PEAD	Polietileno de alta densidade
PEBD	Polietileno de baixa densidade
PEBDL	Polietileno de Baixa Densidade Linear
PET	Politereftalato de Etileno
PEV	Postos de Entrega Voluntária
PIB	Produto Interno Bruto
PP	Polipropileno
PQU	Petroquímica União
PROGRUPE	Programa de Apoio à Implantação de Grupos de Pesquisa
PS	Poliestireno
PSE	Poliestireno Expandido
PTFE	Teflon
PVC	Policloreto de Vinila
SC&T	Secretaria de Ciência e Tecnologia
SCC	Sensibilização, Conscientização e Capacitação
SINDIFUMO	Sindicato da Indústria do Fumo do Estado de São Paulo
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul
UV	Ultravioleta
VRP	Vale do Rio Pardo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Tema e Problema	17
1.2 Objetivos	20
1.2.1 Objetivo Geral	20
1.2.1 Objetivos Específicos	20
1.3 Justificativa	20
1.4 Ineditismo e Relevância	22
1.5 Estrutura da Tese	23
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
2.1 A Crise de Percepção e o Pensamento Sistêmico	26
2.2 Teoria Geral dos Sistemas	30
2.3 Leis da Termodinâmica e o Conceito de Entropia	33
2.4 Conceitos Básicos e Métodos da Teoria Geral dos Sistemas	36
2.5 O Sistema Urbano	41
2.6 Sistema de Resíduos Sólidos	44
2.6.1 Gestão e Gerenciamento Ambiental de Resíduos Sólidos Municipais: Uma Visão Geral	47
2.6.1.1 Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos	53
2.6.1.2 Tipos de Materiais Sólidos Descartados	59
2.7 O Processo de Reciclagem	61
2.7.1 A Indústria Petroquímica e o Plástico	66
2.7.2 Reciclagem de Plásticos	79
2.7.3 A Reciclagem de Plásticos no Brasil	83
2.7.4 Aspectos Econômicos e Mercado no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul	89
2.7.5 Formas de Reciclagem de Plásticos	107
2.7.5.1 Reciclagem Mecânica	109
2.7.5.2 Reciclagem Química	114
2.7.5.3 Reciclagem Energética	116
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	119

3.1 Caracterização da Pesquisa.....	119
3.2 Perguntas de Pesquisa.....	123
3.3 Delimitação do Estudo.....	123
3.4 Validação, Coleta e Análise dos Dados	124
3.5 Descrição Temporal do Estudo	127
4 O PROCESSO	129
4.1 Contextualização do gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares na região do Vale do Rio Pardo e no município de Santa Cruz do Sul.....	130
4.2 Agentes Envolvidos na Reciclagem	135
4.2.1 Seminário Integrador.....	182
4.2.2 Síntese dos resultados: interações e capacidade de auto-regulação.....	185
5 AÇÕES ESTRATÉGICAS SISTÊMICAS	191
5.1 Ações estratégicas sistêmicas para a rede sustentável de reciclagem de plásticos	191
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	199
REFERÊNCIAS.....	201
ANEXOS.....	212
APÊNDICES	220

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema e Problema

Em 1998, foi discutido em nível nacional um esboço de cenário desejável para o Brasil do ano de 2020. O então Secretário de Assuntos Estratégicos apresentou por meio de uma teleconferência, no dia 09 de novembro de 1998, denominada Projeto Brasil 2020, os cenários possíveis. Um deles, Cenário Diadorim, foi construído a partir dos desejos predominantes da sociedade. Na síntese do mesmo, percebe-se a relevância que se deu a assuntos como alta qualidade de vida, inserção competitiva do Brasil no contexto internacional, cidadania fortificada, sociedade organizada e participativa, promoção do desenvolvimento econômico e social, proteção do meio ambiente, com ênfase na conservação dos ecossistemas, com os recursos naturais e a biodiversidade aproveitados de forma sustentável, graças à capacitação nas tecnologias relevantes (SARDENBERG, 1999).

É importante perceber que nesse cenário dos desejos da população brasileira, sobre um Brasil para o futuro, a qualidade de vida e a responsabilidade pelo meio ambiente destacam-se e que de uma forma bastante forte esses dois sonhos estão entrelaçados. Percebe-se, também, que entre o desejo e ação, algumas vezes, há um longo caminho a percorrer.

Vivemos em uma sociedade capitalista e consumista, em que os impactos da industrialização e do crescimento populacional, bem como seus efeitos socioambientais, nas áreas urbanas, estão entre os maiores desafios da política de gestão ambiental. Nessa realidade, a grande geração de resíduos e a falta de um gerenciamento adequado vêm agravar o quadro ambiental.

Pensar em estratégias para implantar uma rede de reciclagem, visando à sua sustentabilidade em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, necessita de uma nova postura do homem com relação ao meio, na busca de reduzir o consumo de recursos naturais, de produzir resíduos, como também de reutilizar e reciclar os resíduos provenientes das suas atividades.

Com relação à produção de resíduos sólidos urbanos, a reciclagem desses poderá vir a minimizar a ocorrência de degradação ambiental e social. Dos resíduos coletados no pós-consumo, vários são recicláveis, como, por exemplo,

vidros, metal, papel e plásticos. No Brasil, a reciclagem de latas de alumínio em 2002 alcançou o índice de 87%, colocando o país como líder entre as nações onde o processo de reciclagem não é obrigatório. Já com relação ao vidro, o país não reciclou nem a metade do que é produzido, chegando a um índice de 44% das toneladas produzidas. Para o plástico, a realidade ainda é pior. Dados existentes revelam um incremento na reciclagem das garrafas PET, em que o índice de material reciclado passou de 18,8%, em 1994, para 32,9%, em 2002 (AMBIENTE SP, 2005). Com relação aos outros plásticos existentes no pós-consumo, o índice de reciclagem é variável, ficando em média em 17,4%, em 2002, sobre o que foi produzido.

Autores como Baasch (1995) e Oliveira (2002) discutem a problemática do gerenciamento dos resíduos sólidos municipais sob vários enfoques, propondo novas formas de abordar esse assunto, apresentando contribuições relevantes às questões relativas aos resíduos sólidos, mas não têm o seu foco na reciclagem dos mesmos. Considerando que, atualmente, o resíduo plástico é o componente dos resíduos gerados pela sociedade que mais cresce, o presente trabalho pretende avaliar essa problemática sob um outro ponto de vista. Assim, uma rede de reciclagem que leve em conta a reintrodução do resíduo plástico poderá contribuir para a viabilidade econômica da reciclagem dos resíduos em geral. Acrescenta-se ainda que os plásticos vêm aparecendo com grande intensidade na massa de resíduos nos municípios brasileiros, apresentam grande conteúdo energético e sua reciclagem, entre vários fatores, economiza matéria-prima (FIGUEIREDO, 1994, p. 181).

Outros fatores importantes são as ações e campanhas de coleta seletiva que vêm acontecendo em muitos municípios do Estado e no País. Muitas delas fazem parte de um programa maior sobre gerenciamento de resíduos urbanos. No caso do município de Santa Cruz do Sul (RS), várias ações isoladas vêm acontecendo. Desde dezembro de 1997, com apoio da Prefeitura de Santa Cruz do Sul e da Souza Cruz, a coleta seletiva, denominada “Eu Separo”, foi proposta para a comunidade, mas funcionou por pouco tempo e com pouca adesão do cidadão. Em linhas gerais, essa campanha visava à separação do lixo seco do lixo orgânico nos domicílios, abrangendo toda a cidade de Santa Cruz do Sul, zonas urbana e rural. Atualmente, a campanha está suspensa e os serviços de coleta, triagem e destinação dos resíduos domiciliares são realizados por uma empresa contratada

pelo poder público. No município também se encontra uma Usina que, na sua inauguração, foi denominada Usina de Compostagem. Devido a vários problemas, como, por exemplo, a existência de vidro moído no composto final, o processo de compostagem foi suspenso. Atualmente, a denominação dada a ela é Usina de Triagem. Existem também, no município uma rede de comercialização de sucatas, uma associação de catadores e algumas indústrias recicladoras de plástico.

O projeto pretende conhecer, a partir do município de Santa Cruz do Sul (RS), o comportamento da rede de consumo e de reciclagem de resíduos plásticos existentes na região, bem como a influência dos principais agentes envolvidos nessa atividade. Verificar de que forma essas redes estão estruturadas e como atuam seus agentes poderá gerar uma nova proposta de rede focada na sustentabilidade do ambiente.

É importante prever que essas redes estão inseridas dentro de um contexto de desenvolvimento regional, devendo o conhecimento das contribuições relativas a elas ser analisado. Além disso, é conhecido que todas as redes estão inseridas dentro de um sistema aberto em constante transformação. Sistema aberto, segundo Bertalanffy (1975, p. 193), pode ser definido como aquele em que ocorre troca de matéria com o ambiente do qual fazem parte, mediante importação e exportação, construção e desconstrução dos materiais que o compõem. A teoria dos sistemas, os sistemas abertos e suas propriedades darão base científica a este estudo.

Considerando o tema apresentado e a necessidade de se pensar em um gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares na ótica regional e sistêmica, atribuindo ao plástico pós-consumo e à sua reciclagem especial atenção, pois assim poder-se-á gerar contribuições para o desenvolvimento economicamente sustentável de uma região, gerando a manutenção de um sistema de gerenciamento adequado a este caso, foi construída a seguinte pergunta de pesquisa:

? Como gerar ações estratégicas sistêmicas para a sustentação de uma rede de reciclagem de plásticos?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa é propor ações estratégicas sistêmicas para a construção de uma rede sustentável de reciclagem de plásticos.

1.2.1 Objetivos Específicos

Buscando o atendimento do objetivo geral, quatro objetivos específicos foram definidos para o trabalho. Abaixo estão dispostos os objetivos específicos:

- 1. Identificar os agentes que compõem ou poderão compor uma rede sustentável de reciclagem de plásticos;
- 2. Caracterizar a estrutura de rede de comércio de plástico reciclado, bem como sua valoração como matéria-prima existente no município;
- 3. Mapear os processos de coleta seletiva, de separação e destinação dos resíduos sólidos, com ênfase nos plásticos PE's, PET e outros, existentes no município de Santa Cruz do Sul;
- 4. Estudar e conhecer as redes que compõem a reciclagem de plásticos, e qual a influência dos principais agentes envolvidos nessa atividade.

1.3 Justificativa

Atualmente, um dos maiores desafios da humanidade é a prevenção e o controle da poluição ambiental. Dentre as diversas formas de poluição, uma das mais preocupantes é a representada pelos resíduos sólidos urbanos, em especial o resíduo plástico, pois sua degradação espontânea demanda muito tempo; é o resíduo mais expressivo em volume encontrado nos lixões e, quando queimado, pode produzir gases tóxicos ou corrosivos. Atualmente é considerada a matéria-prima mais utilizada no mundo moderno, movimentando uma cadeia produtiva que congrega centrais petroquímicas, empresas produtoras de resinas termoplásticas e transformadoras de plástico.

Analisando a questão sob a ótica dos nichos de mercado dos plásticos no Brasil, verificou-se em 2003 que, 39,73% deles são destinados à fabricação de embalagens (CACHUM, 2004). Se forem acrescentados a este dado os produtos plásticos denominados descartáveis, cerca de 11,55%, no mesmo ano, mais da metade dos produtos fabricados com resinas plásticas tiveram seu tempo de vida pequeno, isto é, o tempo de obtenção do produto, sua colocação no mercado, sua utilização e disposição final foram extremamente curtos, muitas vezes alguns dias, levando rapidamente grande quantidade dessa matéria-prima para o lixo.

Em relação ao consumo de plásticos, pode-se dizer que o Brasil apresenta boas perspectivas de expansão neste setor. Segundo o atual presidente da Associação Brasileira de Plásticos, até 2008 as indústrias de transformação das resinas plásticas em produtos plásticos estarão transformando o dobro do volume atual, o que significa que o consumo também vai dobrar no País (SINO RETO, 2001). Essa tendência demonstra que haverá, em bem pouco tempo, mais resíduo plástico disposto em nossos lixões.

Com relação à indústria do plástico no Brasil, desde a criação em São Paulo do primeiro pólo petroquímico brasileiro, em 1972, a produção dos polímeros aumentou rapidamente (FIGUEIREDO, 1994). Nessa mesma época, no Brasil, começam a surgir experiências em reaproveitamento e em reciclagem de plásticos. Essas experiências iniciaram recuperando o refugo das empresas transformadoras de plástico que não se interessavam por reciclagem em suas próprias instalações. Até hoje esse tipo de procedimento é o mais utilizado pelos recicladores (PLASTIVIDA, 2000), pois assim tem-se um resíduo plástico limpo e único, sem estar misturado com outro tipo de plástico.

Atualmente, a maior parte dos resíduos plásticos se encontra como material pós-consumo, isto é, de origem residencial e de estabelecimentos comerciais, em que a matéria-prima em questão tem pouco valor agregado. Percebe-se então, que o problema não está no resíduo plástico industrial, que na sua maioria é vendido para sucateiros e recicladores, mas sim no resíduo plástico pós-consumo, produzido por nós, cidadãos, que fazemos parte da coletividade denominada sociedade.

Essas informações destacam que, para termos um processo sustentável, que não contribua mais ainda com a degradação do ambiente, não basta apenas conhecer os possíveis processos, métodos e as tecnologias associadas à questão. A

solução é bem mais complexa e necessita de uma análise sistêmica, devendo ser realizada ampla discussão dos aspectos fundamentais de conformação do quadro atual referente aos resíduos, do atual estágio social e regional, para se chegar a uma proposta de modelo de gestão de resíduos (FIGUEIREDO, 1994).

Partindo da Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1975) e as redes descritas por Capra (1996) e Ferguson (2000), poderemos realizar uma análise minuciosa sobre o sistema que forma a atividade de consumo, geração e reciclagem de resíduo plástico, analisando as redes existentes dentro deste sistema e as interdependências existentes entre elas.

É importante acrescentar que o Rio Grande do Sul é considerado o segundo Estado brasileiro que apresenta vocação para o plástico (PROGRAMA RS..., 2000), a partir da existência do Pólo Petroquímico de Triunfo e de indústrias de transformação do plástico. Em relação ao município de Santa Cruz do Sul, este tem demonstrado interesse político de reutilização de resíduos na geração de novos produtos. No ano de 2000 foi aprovado o projeto intitulado *Estudo da Utilização de Plástico Reciclado para Revestimento de Habitações*, através do primeiro Edital de Tecnologias Limpas lançado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS). Este projeto apresenta como parceiras a Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), através do Grupo de Pesquisa em Reciclagem de Plásticos, e a Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul, e encontra-se em fase de execução. A existência da Associação dos catadores, de sucateiros e de recicladores de plásticos na região também justifica este projeto. A UNISC é outro agente transformador da sociedade que está demonstrando interesse em desenvolver novas pesquisas aplicadas nesta área.

1.4 Ineditismo e Relevância

Propor ações estratégicas sistêmicas para um resíduo com alto potencial de reciclabilidade, no caso o resíduo plástico, pode contribuir para as decisões de ordem política que são tomadas pelo poder público no que tange ao gerenciamento dos resíduos municipais. Atualmente os resíduos plásticos são vistos pela maioria da população como algo inútil, que já perdeu sua função, ou seja, inservível. Essa postura pode ser modificada através das propostas decorrentes dos resultados deste

trabalho, não só para a geração e destinação dos resíduos plásticos, como também para todos os resíduos passíveis de retornarem ao ciclo produtivo.

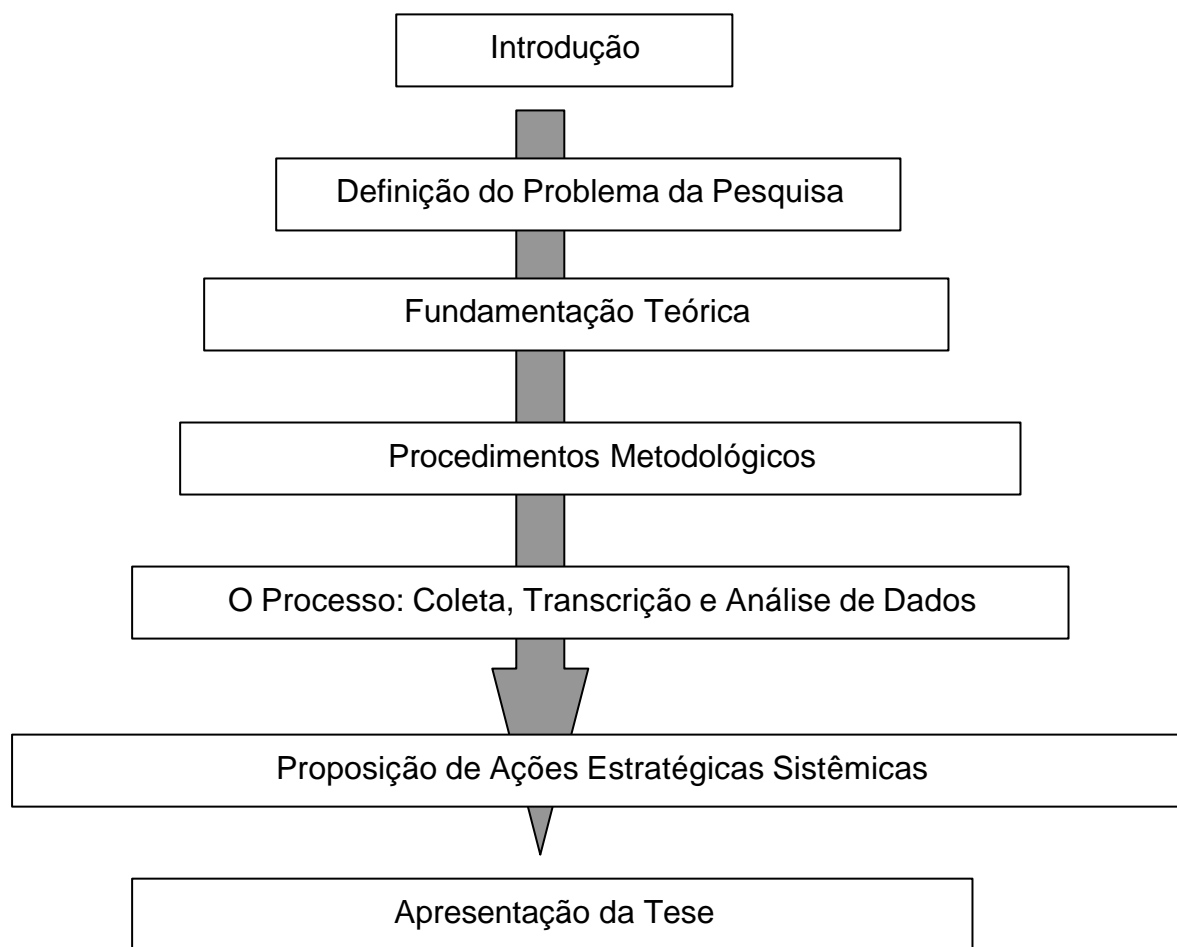
Acrescentamos também que essa proposta não se baseia em estudos dos modelos existentes para a construção de um outro modelo. Ela parte da premissa que modelos, quando mal-empregados, podem comprometer todo um processo efetivo de construção de resoluções que levem em conta as realidades e diferenças regionais. Assim a proposta inclui diferentes instrumentos de interação entre agentes já na sua construção. Utiliza-se também de métodos de levantamento de dados já conhecidos e que podem apresentar informações importantes de serem avaliadas e monitoradas periodicamente.

A pesquisa mostra também que existe uma ruptura na cadeia do plástico (produção e consumo), e que esta ruptura é prejudicial em termos de um desenvolvimento sustentado para o plástico. No “início” da cadeia do plástico (da 1ª até a 3ª geração) há incentivos financeiros e políticas definidas, além de uma forte interação entre as distintas organizações (agentes) que operam neste início da cadeia do plástico. A partir da **4ª geração** (consumo, produção e geração do resíduo,...) ocorre o oposto do que foi descrito para o início da cadeia, além de não existirem relações claras entre o início da cadeia e as atividades existentes após a 3ª geração. Parte dos atores que atuam nesta rede sobrevivem sob uma invisibilidade social permanente. Nesse contexto, o trabalho em questão apresenta contribuições científicas e sociais, descritas nos seus resultados e na conclusão.

1.5 Estrutura da Tese

Considerando as sugestões apresentadas por Silva e Menezes (2001), essa tese se estrutura a partir das seguintes etapas: introdução, identificação do problema de pesquisa, fundamentação teórica, procedimentos metodológicos, coleta e análise de dados, proposição de ações estratégicas sistêmicas para uma rede sustentável de reciclagem de plástico pós-consumo, conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

Com intuito de melhor visualizarmos as etapas que formam a estrutura da pesquisa a Figura 1 descreve as etapas de construção do conhecimento utilizadas nessa tese.



Fonte: A autora (2005).

Figura 1: Estruturação da Tese – Etapas de construção do conhecimento.

De acordo com essa estruturação, organizou-se a tese em seis capítulos. Neste primeiro capítulo encontram-se o tema e o problema de pesquisa, seus objetivos, a justificativa da sua relevância na atualidade, bem como seu ineditismo e estrutura.

O segundo capítulo trata do referencial teórico que fundamenta a tese desenvolvida. Os assuntos tratados versam sobre teoria dos sistemas, o sistema urbano, o sistema de resíduos sólidos e os processos de reciclagem de plásticos. Dados sobre a produção e o consumo dos principais plásticos existentes no pós-consumo, no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul, bem como dados sobre a indústria de reciclagem de plásticos são apresentados neste capítulo.

O terceiro capítulo apresenta o delineamento metodológico da pesquisa, embasado na teoria dos sistemas. Esse delineamento se faz através da classificação da pesquisa de acordo com a sua natureza, procedimentos,

instrumentos de coleta e tratamento de dados. Uma descrição detalhada do estudo é apresentada nesse capítulo.

Já o capítulo quatro apresenta as informações do processo construído na busca das ações estratégicas sistêmicas. Nesse capítulo são apresentados os resultados encontrados a partir da interação do trabalho de pesquisa bibliográfica e documental com o trabalho de campo realizado. O capítulo cinco contém a proposição de ações estratégicas sistêmicas para a rede sustentável de reciclagem de plásticos, descrevendo sua estrutura, seus princípios e como deve funcionar com etapas de planejamento, implantação e desenvolvimento de ações, envolvendo agentes fundamentais da cadeia de reciclagem.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa, as sugestões e recomendações para trabalhos futuros. A seguir apresentam-se as referências bibliográficas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta as bases teóricas que fundamentam este trabalho. A discussão inicia a partir da constatação da existência de uma crise de percepção na sociedade atual e da necessidade imediata de mudar esta realidade. Há necessidade de desencadear uma nova forma de pensar para podermos ver a questão dos resíduos plásticos com um novo olhar. Assim, na primeira parte deste capítulo é tratada a importância do pensar sistemicamente, apresentando suas características básicas. Na segunda parte é apresentada a teoria geral dos sistemas, os sistemas abertos e suas propriedades. As leis da termodinâmica e o conceito de entropia são descritos na terceira parte deste capítulo, como objetivo de reforçar a necessidade de propor ações estratégicas sistêmicas sob outras diretrizes, quais sejam, manter o equilíbrio dinâmico desse sistema. A quarta parte propõe conceitos básicos e métodos da teoria geral dos sistemas, os quais serão utilizados na metodologia a ser desenvolvida neste trabalho. A quinta e sexta parte apresenta, em linhas gerais, o Sistema Urbano, mostrando sua complexidade, e o Sistema de Resíduos Sólidos, com ênfase no plástico. A sétima parte descreve a indústria petroquímica brasileira e a inserção do plástico nesta cadeia. Já a última parte deste capítulo descreve o processo de reciclagem e apresenta informações relativas ao plástico e à sua reciclagem.

2.1 A Crise de Percepção e o Pensamento Sistêmico

A ciência do século XX foi caracterizada por uma crescente especialização em áreas e subáreas, decorrente da enorme soma de dados, da geração de novas informações e da complexidade das técnicas e das estruturas teóricas de cada campo de estudo. Em consequência disso, o físico, o biólogo e profissionais das mais diversas áreas fecharam-se em seus universos privados, muitas vezes não conseguindo comunicar-se, e assim não percebendo a importância da interação entre os diversos conhecimentos. Assim, é fato que o reducionismo clássico e o método analítico mostram-se impotentes na busca do equacionamento de um grande número de problemas atuais. Frank (2002) descreve que o meio

ambiente, objeto de investigação evidentemente complexo, mesmo no sentido mais ingênuo do termo, não constitui exceção à regra.

Capra (1996) analisa e discute esses problemas, em especial os relacionados ao ambiente, iniciando com a necessidade de uma nova forma de vê-los, como diferentes facetas de uma única crise, que é, em grande medida, uma crise de percepção. Nesse contexto surge a necessidade de a análise sistêmica tomar o lugar da análise clássica de ver. A análise de problemas, tendo como base a teoria dos sistemas, permite uma nova forma de representação que aprofunda conhecimentos, utilizando conjuntos estruturados, constituídos de elementos de interação, organizados, ou seja, de sistemas e redes.

A origem do pensamento sistêmico vem das idéias anunciadas pelos biólogos durante a primeira metade do século XX, em contraposição a teoria da biologia celular. Um sistema, palavra que deriva do grego *sýstema* – “reunião, grupo, colocar junto”, passou a significar um todo integrado, cujas propriedades essenciais surgem das relações entre suas partes, e o pensamento sistêmico, a compreensão de um fenômeno dentro do contexto de um todo maior (CAPRA, 1996).

Os primeiros pensadores sistêmicos distinguiam a existência de diferentes níveis de complexidade com diferentes tipos de leis operando em cada nível. Surge a visão de complexidade organizada. De acordo com Frank (2002, p. 2):

Em cada nível de complexidade, os fenômenos observados exibem propriedades que não existem no nível inferior. Por exemplo, a concepção de temperatura, que é central na termodinâmica, não tem significado no nível dos átomos individuais, onde operam as leis da teoria quântica...No começo da década de 20, o filósofo Broad cunhou o termo “emergente” para a propriedade que emerge num certo nível de complexidade, mas não existe em níveis inferiores.

Assim, as propriedades essenciais de um organismo, sistema vivo ou organização, são propriedades do todo que nenhuma das partes possui. Essas propriedades surgem das interações e das relações entre as partes. Se não há interação e formas de relação entre as partes, a essência não existe, logo não há sistema.

Na abordagem sistêmica, as propriedades das partes podem ser entendidas apenas a partir da organização do todo, sendo assim o pensamento sistêmico parte de **princípios de organização básicos e não da análise dos fragmentos que compõem o todo**. O pensamento sistêmico é “contextual”, o que é oposto ao pensamento analítico. A análise significa isolar alguma coisa a fim de

entendê-la; o pensamento sistêmico significa colocá-lo no contexto de um todo mais amplo.

Em síntese, o pensar sistêmico parte de algumas características básicas, que são as seguintes:

- mudança das partes para o todo. As propriedades essenciais, ou "sistêmicas", são propriedades do todo, que nenhuma das partes possui. Elas surgem das "relações de organização" das partes - isto é, de uma configuração de relações ordenadas que é característica dessa determinada classe de organismos ou sistemas. As propriedades sistêmicas são destruídas quando um sistema é dissecado em elementos isolados. Na mudança do pensamento mecanicista para o pensamento sistêmico, a relação entre as partes e o todo foi invertida. A ciência cartesiana acreditava que em qualquer sistema complexo o comportamento do todo podia ser analisado em termos das propriedades de suas partes. A ciência sistêmica mostra que os sistemas vivos não podem ser compreendidos por meio da análise. As propriedades das partes não são propriedades intrínsecas, mas só podem ser entendidas dentro do contexto do todo maior;
- mudança do foco em objetos para o foco em relações. Na visão mecanicista o mundo é uma coleção de objetos. Estes, naturalmente, interagem uns com os outros, e portanto há relações entre eles. Mas as relações são secundárias. Na visão sistêmica, compreendemos que os próprios objetos são redes de relações, embutidas em redes maiores. Para o pensador sistêmico, as relações são fundamentais;
- **pensar em termos de redes.** Esse "pensamento de rede" influenciou não apenas nossa visão da natureza, mas também a maneira como falamos a respeito do conhecimento científico;
- noção de **conhecimento científico** como **uma rede de concepções e de modelos**;
- visão da realidade como uma **teia de relações**. Logo, o que vamos considerar um sistema vai depender de nossas percepções. Depende, como dizemos em ciência, de nossos métodos de observação e de medição. Nas palavras de Heisenberg: O que observamos não é a natureza em si, mas a natureza exposta ao nosso método de questionamento. Desse modo, o pensamento sistêmico envolve uma mudança da ciência objetiva para a ciência "epistêmica", para um arcabouço no qual a epistemologia - "o método de questionamento" - torna-se parte integral das teorias científicas (CAPRA, 1996).

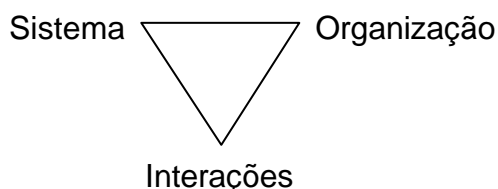
Os critérios do pensamento sistêmico aqui descritos são todos interdependentes. A natureza é vista como uma teia interconexa de relações, na qual a identificação de padrões específicos como sendo "objetos" depende do observador humano e do processo de conhecimento. Essa teia de relações é descrita por intermédio de uma rede correspondente de conceitos e de modelos, todos igualmente importantes. Ferguson (2000) descreve as redes como um instrumento de transformação, como um modelo sistemático de organização social o qual se presta a uma melhor adaptação biológica, sendo mais eficiente e mais coerente que as estruturas hierárquicas da civilização moderna. Acrescenta que a rede é moldável, flexível; cada membro é o centro da rede. Elas são cooperativas,

não competitivas. São como as raízes da grama: autogeradoras, auto-organizadoras, por vezes até autodestruídas. Representa um processo, uma jornada, não uma estrutura cristalina (FERGUSON, 2000).

Essa nova abordagem da ciência levanta de imediato uma importante questão. Se tudo está conectado com tudo o mais, como podemos esperar entender alguma coisa? Uma vez que todos os fenômenos naturais estão, em última análise, interconectados, para explicar qualquer um deles precisamos entender todos os outros, o que é obviamente impossível. O que torna possível converter a abordagem sistêmica numa ciência é a descoberta de que há conhecimento aproximado. No novo paradigma reconhece-se que todas as concepções e todas as teorias científicas são limitadas e aproximadas.

Independentemente de quantas conexões levamos em conta na nossa descrição científica de um fenômeno, seremos sempre forçados a deixar outras de fora. Portanto, os cientistas nunca podem lidar com a verdade, no sentido de uma correspondência precisa entre a descrição e o fenômeno descrito. Na ciência, sempre lidamos com descrições limitadas e aproximadas da realidade. Isso pode parecer frustrante, mas, para pensadores sistêmicos, o fato de que podemos obter um conhecimento aproximado a respeito de uma teia infinita de padrões interconexos é uma fonte de confiança e de força. Louis Pasteur disse isso de uma bela maneira: A ciência avança por meio de respostas provisórias até uma série de questões cada vez mais sutis, que se aprofundam cada vez mais na essência dos fenômenos naturais (CAPRA, 1996).

Morin (2001) acrescenta que a problemática do sistema não se resolve na relação, todo-partes, e o paradigma holista esquece dois termos capitais: interações e organização.



Fonte: Morin (2001).

Figura 2: O macroconceito definido por Edgar Morin.

As relações todo-partes em um sistema devem ser estudadas pelas suas interações. Esse termo é tão importante quanto a maioria dos sistemas é constituída não de partes, mas de ações entre unidades complexas, ou seja, interações. Para Morin (2001), sistema, interação e organização são as grandes idéias que devem existir no sistema, considerando-os termos indissolúveis. Ele os define da seguinte forma:

- ? Sistema (que exprime a unidade complexa e o caráter fenomenal do todo, assim como o complexo das relações entre o todo e as partes);
- ? Interação (que exprime o conjunto das relações, ações e retroações que se efetuam e se tecem no sistema);
- ? Organização (que exprime o caráter constitutivo destas interações – aquilo que forma, mantém, protege, regula, rege, regenera-se – e que dá a idéia de sistema a sua coluna vertebral) (MORIN, 2001).

2.2 Teoria Geral dos Sistemas

Segundo Capra (1996), antes da década de 40, os termos "sistema" e "pensamento sistêmico" tinham sido utilizados por vários cientistas, mas foram as concepções de Bertalanffy de um sistema aberto e de uma teoria geral dos sistemas que estabeleceram o pensamento sistêmico como um movimento científico de primeira grandeza. Bertalanffy dedicou-se a substituir os fundamentos mecanicistas da ciência pela visão holística: A teoria geral dos sistemas é uma ciência geral de "totalidade", o que até agora era considerado uma concepção vaga, nebulosa e semimetafísica. Em forma elaborada, ela seria uma disciplina matemática puramente formal em si mesma, mas aplicável às várias ciências empíricas.

Para atingir seu objetivo, Bertalanffy (1975) apontou com precisão um dilema que intrigava os cientistas desde o século XIX, quando a nova idéia de evolução ingressou no pensamento científico. Enquanto a mecânica newtoniana era uma ciência de forças e de trajetórias, o pensamento evolucionista - que se desdobrava em termos de mudança, de crescimento e de desenvolvimento - exigia uma nova ciência de complexidade. A primeira formulação dessa nova ciência foi a termodinâmica clássica, com sua célebre "segunda lei", a lei da dissipação da energia. A luz desta lei física percebe-se que há uma tendência dos fenômenos físicos transitarem da ordem para a desordem. Qualquer sistema físico isolado, ou "fechado", se encaminhará espontaneamente em direção a uma desordem sempre crescente.

Para expressar essa direção na evolução dos sistemas físicos em forma matemática precisa, os físicos introduziram uma nova quantidade denominada **entropia**. De acordo com a segunda lei, a entropia de um sistema físico fechado continuará aumentando, e como essa evolução é acompanhada de desordem crescente, a entropia também pode ser considerada como uma medida da desordem. Com a concepção de entropia e a formulação da segunda lei, a termodinâmica introduziu a idéia de processos irreversíveis - uma "seta do tempo" na ciência. De acordo com a segunda lei, alguma energia mecânica é sempre dissipada em forma de calor que não pode ser completamente recuperado. Desse modo, toda a máquina do mundo está deixando de funcionar, e finalmente acabará parando.

Ludwig Von Bertalanffy não podia resolver esse dilema, mas deu o primeiro passo fundamental ao reconhecer que os organismos vivos são **sistemas abertos** que não podem ser descritos pela termodinâmica clássica. Ele chamou esses sistemas de "abertos" porque eles precisam se alimentar de um contínuo fluxo de matéria e de energia extraídas do seu meio ambiente para permanecerem vivos: O organismo não é um sistema estático fechado ao mundo exterior e contendo sempre os componentes idênticos; é um sistema aberto num estado (quase) estacionário... onde os componentes materiais ingressam continuamente vindos do meio ambiente exterior, e neste são deixados materiais provenientes do organismo (BERTALANFFY, 1975).

Diferentemente dos sistemas fechados, que se estabelecem num estado de equilíbrio térmico, os sistemas abertos se mantêm afastados do equilíbrio, nesse "estado estacionário" caracterizado por fluxo e mudança contínuos. Assim, nos sistemas abertos deve existir um estado de equilíbrio dinâmico e nunca estacionário. Segundo Frank (2002), Bertalanffy indicou que a termodinâmica clássica, a qual descreve sistemas fechados no equilíbrio ou próximos dele, não é apropriada para explicar sistemas abertos em estados estacionários afastados do equilíbrio.

Neves (1997) apresentou os sistemas abertos como aqueles que, através das relações de trocas com seu ambiente, através do *input* e *output*, podem manter-se num estado de ordem complexa. Assim, todo organismo é um sistema aberto, ou seja, troca matéria, energia e informação com as vizinhanças. Como exemplo, uma cidade deve ser tratada como um sistema aberto.

Em sistemas abertos, Bertalanffy (1975) levanta a hipótese de que a

entropia (ou desordem) pode decrescer, e a segunda lei da termodinâmica pode não se aplicar. Ele postulou que a ciência clássica teria de ser complementada por uma nova termodinâmica de sistemas abertos. Mesmo não tendo mecanismos matemáticos para reavaliar essa nova termodinâmica, Bertalanffy identificou corretamente as características do estado estacionário como sendo aquelas do processo do metabolismo, o que o levou a postular a **auto-regulação** como outra propriedade-chave dos sistemas abertos. Essa idéia foi aprimorada por Prigogine trinta anos depois por meio da auto-regulação de "estruturas dissipativas".

Figueiredo (1994) define sistemas como sendo um todo integrado cujas propriedades não podem ser reduzidas às de suas partes. Tanto os organismos vivos quanto as sociedades, os ecossistemas e o planeta como um todo, são sistemas e, portanto, devem ser tratados em função das interdependências de todos os fenômenos associados aos seus elementos. Os desequilíbrios nos fluxos de elementos de diversos sistemas ecológicos sempre ocorreram e influenciaram de forma definitiva o processo evolutivo do planeta, seja através da extinção e estimulação de espécies, seja pelas alterações físico-químicas dos espaços decorrentes desses desequilíbrios.

Churchman (1972) descreve que sistema é um conjunto de partes coordenadas para realizar um conjunto de finalidades. Os sistemas são constituídos de conjuntos ou componentes que atuam juntos na execução do objetivo global do todo. O enfoque sistêmico é simplesmente um modo de pensar a respeito desses sistemas totais e seus componentes. Harding (1989) define sistemas como sendo um conjunto de partes inter-relacionadas, as quais, quando ligadas, atuam de acordo com padrões estabelecidos sobre *inputs* (entradas) no sentido de produzir *outputs* (saídas). Já Faria (1994) define sistemas como um conjunto integrado e relativamente auto-suficiente, dispondo de todos os elementos, funções e fluxos necessários ao seu funcionamento.

Acrescenta-se, ainda, que sistema pode ser entendido como um conjunto de elementos em interação (BERTALANFFY, 1975) e, assim, este conceito pode ser aplicado nas mais variadas áreas na solução de inúmeros problemas. Quando se trata dos problemas oriundos das aglomerações urbanas, há necessidade de uma abordagem integrada para planejar, buscando o desenvolvimento humano sustentável. Para realizar esse tipo de abordagem, há necessidade de um *planejamento sistêmico* que prevê a participação, de modo interdisciplinar, dos

diversos setores que contemplam as informações do planejamento urbano (DIAS, 1997). A necessidade de gerar novas estratégias que levem ao planejamento e à tomada de decisões, visando as sociedades sustentáveis, deve também levar em conta o ser humano e as suas múltiplas e complexas relações com o meio ambiente.

Em síntese, a Teoria Geral dos Sistemas, empregada em vários campos, como também nas teorias administrativas e de gestão a partir de Bertalanffy (1975), apresenta as seguintes idéias:

- ✍ a interação adequada das pessoas no exercício de diferentes papéis em uma organização é primordial para o desempenho organizacional;
- ✍ as pessoas agem de acordo com o papel que desempenham podendo haver problemas no relacionamento por causa disso;
- ✍ deve haver equilíbrio entre os incentivos monetários e não-monetários;
- ✍ as organizações funcionam como um sistema aberto sendo que qualquer estímulo externo atinge a todas as suas unidades;
- ✍ o planejamento é a maneira encontrada pelas organizações para impedir que a tendência à entropia prospere nas organizações. Assim, o planejamento pode ser visto como uma maneira de auto-regulação de uma organização; e
- ✍ esquematicamente o sistema de uma organização possui três elementos distintos e ligados entre si – entradas, processamento e saídas – envolvidos pelo meio ambiente.

2.3 Leis da Termodinâmica e o Conceito de Entropia

Entropia é uma função termodinâmica definida por vários autores como a medida do grau de dispersão de energia. O máximo de entropia, que corresponde ao estado de equilíbrio de um sistema, é um estado em que a energia está completamente degradada e não pode mais fornecer trabalho (TIEZZI, 1988). Para compreender melhor essa identidade de conceitos da “medida da desordem e da probabilidade”, a experiência da mistura de gases serve como exemplo. Em síntese, a entropia remete para o desperdício dos recursos naturais e para a poluição, crise energética e destruição do meio ambiente. Há o inverso da entropia, a sintropia, que significa um estado de equilíbrio, o retorno da desordem para a ordem, verificada na

reciclagem de resíduos (ALTVATER, 1995). Devido a esse fato os sistemas vivos têm necessidade de um fluxo permanente de entropia negativa do universo e precisam ceder a este uma quantidade de entropia positiva ainda maior.

Os sistemas isolados, segundo Figueiredo (1994), que não podem trocar matéria e energia com o meio que o cerca, tendem para o caos, ou para um estado de total homogeneidade de matéria-energia. Qualquer sistema físico fechado que troca somente energia, mas não matéria, dentre eles o planeta Terra, se encaminhará espontaneamente em direção a uma desordem sempre crescente.

Duas observações são particularmente importantes no que diz respeito às inter-relações entre a questão energética e a ambiental. Conforme Figueiredo (1994), a primeira questão está relacionada à forte influência da intensificação energética no agravamento da crise ambiental do planeta, em função da liberação dos elementos oriundos dos processos de produção energética e da própria utilização de energia. A outra está relacionada ao estilo de desenvolvimento das sociedades atuais que, centrado na utilização maciça dos recursos energéticos não renováveis, não se sustenta do ponto de vista ambiental, delineando um cenário de escassez desses elementos às sociedades futuras, remetendo, portanto, a uma questão ética fundamental.

Se analisarmos a deposição de resíduos provenientes dos processos produtivos e do consumo, nota-se que a velocidade de descarte é cada vez maior. Em suma, muitos crêem no conceito de que a natureza é uma fonte inesgotável de matérias-primas, sem considerar que há um ciclo e que o resíduo precisa ser reciclado para gerar um sistema produtivo. Assim, se os elementos não estiverem fluindo, o sistema estará incompleto.

A exemplo do que ocorre nos sistemas termodinâmicos clássicos, algumas medidas podem ser adotadas no sentido de reduzir as perdas do sistema composto pela biosfera terrestre e pelas sociedades atuais, o que de certa forma representa a utilização mais racional dos recursos naturais. À luz das Leis da Termodinâmica, podemos constatar:

✍ **Primeira Lei da Termodinâmica** – para operação permanente do sistema, a quantidade de energia incidente no sistema deve ser igual à quantidade de energia emitida por ele. A primeira lei da termodinâmica nos afirma que, no universo, a energia total existente sob diversas formas é invariável; pode apenas passar de uma forma para outra, mas de tal modo que o total das diferentes formas

permaneça constante: este é o enunciado do “1º Princípio” ou princípio geral da conservação de energia. O autor descreve que não pode haver uma máquina capaz de criar energia. Trata do balanço geral da energia e nos declara que esta não pode ser criada nem destruída (TIEZZI, 1988).

✍ **Segunda Lei da Termodinâmica** – a energia emitida pelo planeta se encontra em um estado mais “degradado”, ou com um maior comprimento de onda que a energia incidente. Tiezzi (1988) afirma-nos que a energia não pode ser passada de uma forma para outra, e que a energia térmica, ou seja, o calor pode transferir-se livremente de uma fonte quente para outra mais fria, mas não em sentido oposto. Não é possível existir uma máquina que transfira calor de um corpo frio para outro quente sem dispendir trabalho.

✍ **Terceira Lei da Termodinâmica** – afirma que a entropia de todo sistema, à temperatura de zero absoluto, sempre pode ser considerada igual a zero. É óbvio que este princípio é para um sistema ideal ou sistema teórico, que atribui entropia nula apenas às substâncias idealmente cristalinas. Na prática, tudo o que existe tem alguma entropia positiva (TIEZZI, 1988).

✍ **Quarta Lei da Termodinâmica** – um sistema isolado tende para o caos, para uma “não-disponibilidade” de energia-matéria. Tiezzi (1988) observa que as moléculas não podem ser reutilizadas e a matéria não-disponível (dispersa) não pode ser reciclada.

Comparando as duas primeiras leis, percebe-se que a segunda conflita com a primeira, pois trata do uso da energia, da sua disponibilidade de realizar trabalho e da sua tendência na natureza, encaminhando-a para formas degradadas, inúteis, não reutilizáveis. No universo, o que diminui não é a energia, mas a sua capacidade de realizar trabalho, ou seja, sua disponibilidade. Einstein, Commover, Snow, dentre outros famosos da antigüidade, consideram a Segunda Lei da Termodinâmica a lei fundamental da ciência, sendo mais importante que a primeira (TIEZZI, 1988). Assim, de acordo com a Segunda Lei, a entropia de um sistema físico fechado continuará aumentando e, como essa evolução é acompanhada de desordem crescente, a entropia também pode ser considerada como uma medida da desordem. Nessa mesma lei, alguma energia mecânica é sempre dissipada em forma de calor que não pode ser completamente recuperado – Princípio da Irreversibilidade.

O pensamento econômico dos dias atuais não apenas ignora a

irreversibilidade temporal como introduz o conceito da famosa frase “tempo é dinheiro”. Figueiredo (1994) sintetiza essa questão afirmando que o tempo tecnológico é inversamente proporcional ao tempo biológico.

Capra (1996) defende que os sistemas vivos são regulados por fatores limitantes como as estações do ano, o clima, o sol, o solo e a temperatura, os quais, por sua vez, governam-se pelo ciclo de realimentação. Na natureza, a realimentação é contínua. Elementos como o carbono, o enxofre e o nitrogênio são permanentemente reciclados. Já os ciclos de material tiram da natureza o capital natural de altíssima qualidade, na forma de petróleo, madeira, mineral ou gás natural, e o devolvem na forma de resíduo.

2.4 Conceitos Básicos e Métodos da Teoria Geral dos Sistemas

A teoria da organização e a prática administrativa experimentaram mudanças significativas nos últimos anos. A informação provida pelas ciências da administração e o comportamento enriqueceram a teoria tradicional. Esses esforços de investigação e de definição de conceitos levaram muitas vezes a descobertas divergentes. Porém, surgiu um foco que pode servir como base para alcançar esta convergência, o foco dos sistemas que facilitam a unificação de muitos campos do conhecimento.

Nesse contexto, a Teoria Geral dos Sistemas está baseada em dois pilares básicos: conceitos básicos e metodologias de análise sistêmica. Para a realização de procedimentos metodológicos sistêmicos, há necessidade de conhecer um conjunto de conceitos inerentes à compreensão dos sistemas.

Para que uma estrutura organizacional possa ser chamada de sistema, deve apresentar elementos que a caracterizam como tal. Os elementos que caracterizam um sistema, segundo Paladini (1995), são: entradas; saídas; interação organizada das partes; princípios básicos de funcionamento; busca de objetivos comuns; e realimentação.

O **limite do sistema** é a fronteira ou o contorno geralmente arbitrário entre o sistema e seu entorno. A idéia de o contorno ser geralmente arbitrário se faz porque, na realidade, os elementos de um sistema apresentam relações não só entre si, mas também com o seu entorno, quando se diz que o sistema em questão é

aberto. Muitas vezes, para que possamos realizar a análise de um fenômeno, há necessidade de definir essas condições de contorno. Buckley (1971) acrescenta que, ao lidarmos com o sistema mais aberto, dotado de uma estrutura altamente flexível, a distinção entre os limites e o meio se torna uma questão cada vez mais arbitrária, que depende do propósito do observador. Assim, denominam-se **ambiente** ou vizinhança aqueles sistemas ou elementos localizados fora do limite do sistema em questão.

Às relações entre um sistema e sua vizinhança dá-se normalmente o nome de entrada e saída. Entre entradas e saídas há o sistema que transforma uma entrada em uma saída. A Figura 3 apresenta uma representação geral de um sistema.



Fonte: A autora (2005).

Figura 3: Representação de um sistema.

As entradas são os recursos que ingressam no sistema e podem ser recursos materiais, humanos ou informações. As entradas estabelecem a força inicial que define no sistema suas necessidades operativas. Elas podem ser: em série (quando ela é uma saída de um sistema anterior com quem o sistema em estudo tem relacionamento de forma direta - sistemas lineares); aleatória (quando o pesquisador determina através de tratamento estatístico a probabilidade e as variações decorrentes de uma certa entrada); e retroação (quando é reintroduzida uma parte das saídas novamente no sistema - sistemas cíclicos).

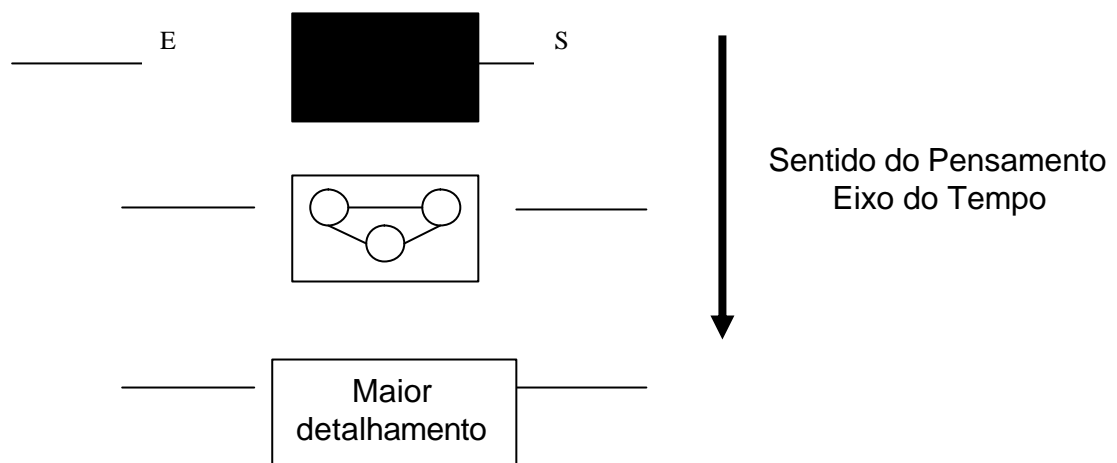
Nesse contexto, o processo de reciclagem de plásticos pode ser visto como um elo que transforma um sistema linear em um sistema cíclico. Considerando sob o ponto de vista da entropia existente nos sistemas, a reciclagem pode ser vista como um entropia negativa, encaminhando o sistema a um decréscimo da sua tendência à desordem ou mantendo um certo equilíbrio dinâmico.

O sistema pode ser analisado sob vários aspectos. Existem princípios que determinam essas formas de análises. O **princípio de *blackbox*** (caixa preta) é utilizado quando a constituição interna de um fenômeno (elemento) é sem importância, em que o objeto de estudo está apenas na função (objetivo), nas relações do sistema. Neste caso, analisam-se apenas as entradas existentes ou almeçadas e as respectivas saídas. Daenzer e Huber (1992) descrevem o princípio de *blackbox* quando a abordagem é **orientada pela vizinhança**, isto é, deixa-se de lado o sistema e se concentra nas relações entre sistema e vizinhança. Nessa abordagem, a estrutura interna do sistema não vem ao caso.

Há uma outra forma de abordagem de sistemas que é conhecida como o sistema **orientado pela estrutura**. Neste caso, as relações internas não podem ser totalmente ignoradas, dando-se a análise pelos elementos do sistema e de suas relações, enfocando principalmente os efeitos dinâmicos e a ordem dos eventos (como transcorrem os fenômenos). Esse ponto de vista é útil para explicar como uma saída é decorrente de uma entrada ou, na **busca de soluções**, como uma entrada deve ser transformada na saída desejada. Interessam, nesta abordagem: estruturas de fluxos, estruturas de processos e mecanismos (DAENZER; HUBER, 1992).

As saídas do sistema são os resultados que se obtêm do processamento das entradas. Igualmente, as entradas podem ser produtos, serviços e informações. Nas saídas encontramos também subprodutos, co-produtos e resíduos. Elas são os resultados do funcionamento do sistema, ou seja, o propósito pelo qual existe o sistema. As saídas de um sistema podem se converter em entradas de outro, que serão processadas em outra saída, repetindo-se o ciclo indefinidamente.

Uma forma de procedimento da engenharia de sistemas é conhecida como o princípio do geral para o detalhe, e parte do *blackbox*. A Figura 4 apresenta esse procedimento. Segundo Frank (2002), considerar um elemento como *blackbox* auxilia na redução da complexidade. À medida que o sistema vai sendo estruturado, passa-se ao *graybox*, e, finalmente, para o *whitebox*.



Fonte: Adaptado de Daenzer e Huber (1992).

Figura 4: Representação do princípio do geral para o detalhe.

Dessa forma é possível mover-se tanto no âmbito do sistema mais abrangente, como no âmbito de um subsistema, sem perder a visão do conjunto das inter-relações (DAENZER; HUBER, 1992). De acordo com a necessidade ou o objeto de estudo, focaliza-se o todo ou o detalhe. Seguindo essa idéia no início do projeto, delimita-se a área a ser analisada em mais detalhes e onde poderão ser feitas intervenções. **Elementos importantes da área-problema e de seus fatores de influência devem ser reconhecidos e representados.** Só após a delimitação e estruturação da área-problema para os planejadores e proponentes é que se dá início à análise qualitativa e quantitativa.

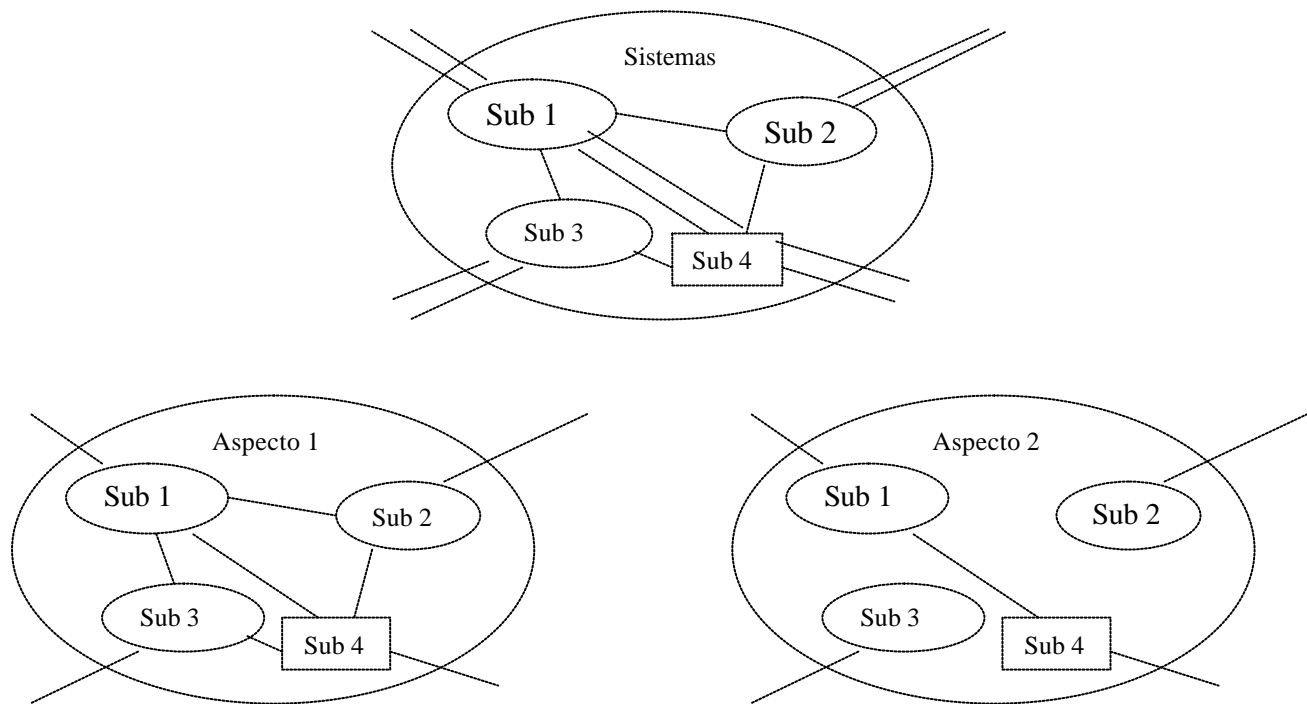
Outro conceito importante é o tempo de relaxação, considerado como o intervalo de tempo necessário para que se manifestem alterações na saída, motivadas por alterações na entrada. É dele que se podem deduzir informações sobre o processo num sistema *blackbox*. O tratamento *whitebox* é realizado em um nível específico de dimensões que depende da teoria da respectiva área do conhecimento.

Além das relações entrada-saída, existem ainda as relações de dependência. Elas são importantes em sistemas ambientais porque representam relações de localização e de situação: como resultado da gênese sistêmica elas

mostram as relações estáticas que são as estruturas permanentes (porém não rígidas) do sistema ambiental. A visão geral dos componentes sistêmicos, das relações internas e das relações entre o meio interno e o externo condicionam uma estrutura sistêmica. Essa estrutura obtida é, via de regra, expressão da respectiva modelagem do sistema, portanto, uma teoria da realidade (FRANK, 2002).

Assim, para compreender um sistema, o conhecimento dos elementos que o compõem não é suficiente. O fator decisivo é o conhecimento dos efeitos mútuos, das interações entre os elementos. Essas interações podem ser fracas ou fortes, negativas ou positivas, e podem alterar sua natureza de acordo com a duração e a intensidade de uma influência (FRANK, 2002).

A mesma autora relata que todo sistema pode ser descrito por diferentes pontos de vista (filtros) que revelam, cada qual, determinadas características. Cada uma dessas descrições é denominada aspectos do sistema. A Figura 5 representa essa possibilidade de análise.



Fonte: Adaptado de Frank (2002).

Legenda:

— Fluxo de materiais

- - - Fluxo de informações

Sub nº: Subsistemas

Figura 5: Exemplo de um sistema analisado a partir de diferentes aspectos, gerando diferentes estruturas.

Os elementos e as relações de sistemas podem ser estabelecidos nas mais diferentes categorias. Essas categorias podem ser de relações, por exemplo, fluxos, ligações físicas, acoplamentos organizacionais, relações sociais, etc; como também podem ser categorias de elementos, como por exemplo, funções e ou tarefas, elementos de processo, componentes de problema e outros.

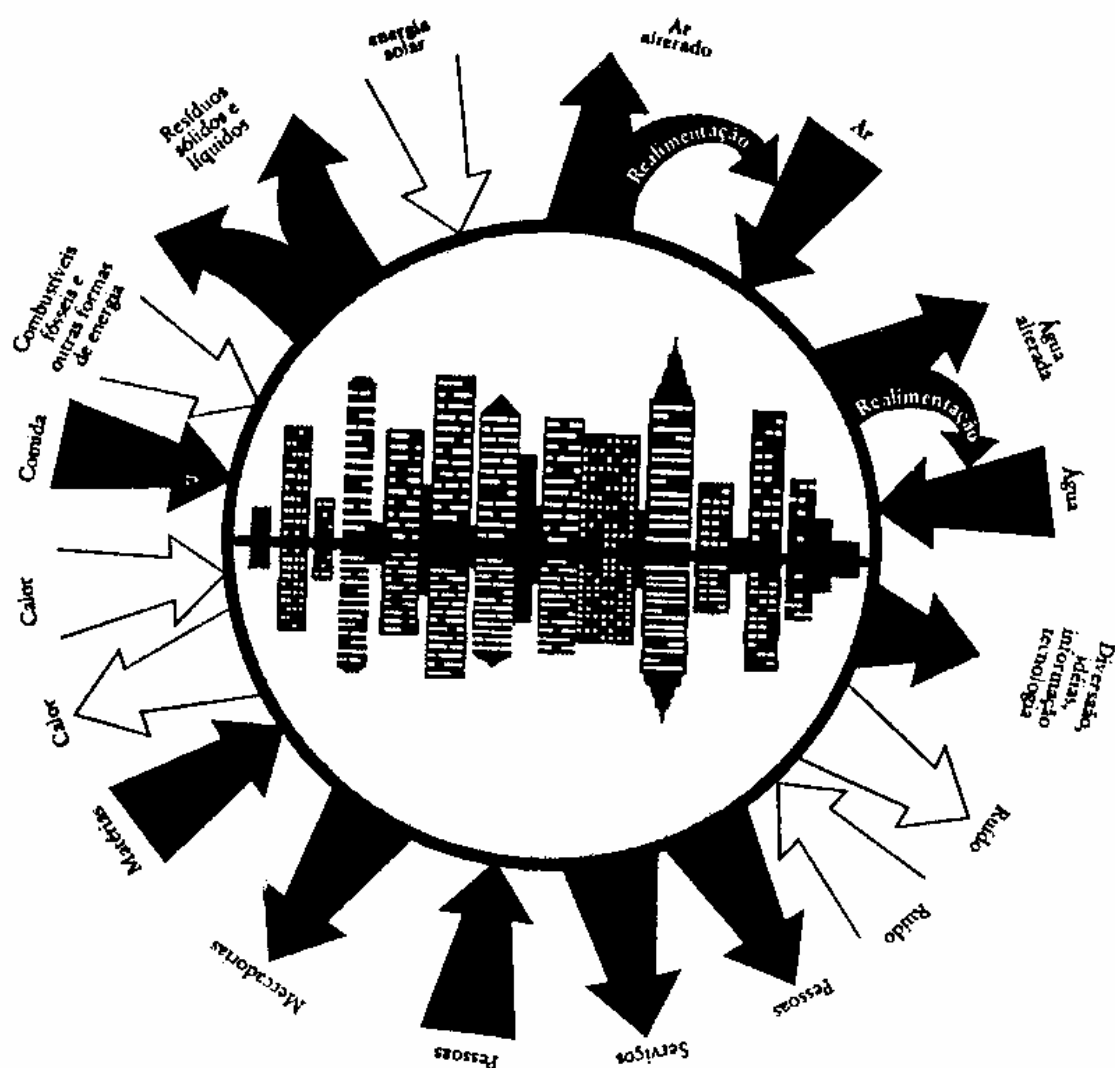
2.5 O Sistema Urbano

As organizações estão cada vez mais preocupadas em atingir e demonstrar um desempenho ambiental correto pelo controle dos impactos de suas atividades, dos produtos ou serviços. Isso tem ocorrido, em parte, devido à maior

restrição da legislação ambiental e à crescente preocupação da sociedade em relação às questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, a associação da poluição com o setor industrial ainda é muito forte na sociedade; porém, os municípios também contribuem em muito para a degradação do meio ambiente pelo descuido com o tratamento dos esgotos, com a destinação final dos resíduos sólidos domésticos.

Essa realidade origina-se da concepção mecanicista e reducionista do mundo. As muitas descobertas realizadas em todos os campos do saber foram concebidas geralmente de uma forma desarticulada e descomprometida com o futuro da humanidade, provocando alterações não definidas anteriormente. Dentre essas alterações, a cidade, considerada uma das maiores criações do ser humano, tem causado modificações profundas nas paisagens naturais, e gerado um adensamento de consumo e capacidade de produzir pressão ambiental sem precedentes na história da espécie humana.

Segundo Dias (1997), o estágio em que se encontra a maioria das cidades do mundo não recomenda mais os procedimentos acadêmicos fragmentadores e reducionistas até então praticados pela maioria dos planejadores. Logo, percebe-se também a necessidade dos gestores de um sistema urbano (prefeito e equipe de secretários) trabalharem de forma articulada às questões básicas para a sustentação do município. Para isso ocorrer é necessária uma visão holística dos gestores sobre problema e não a busca de soluções mágicas, milagrosas e sempre paliativas. O mesmo autor comenta que as cidades atuais são um produto de múltiplas facetas interrelacionadas, polidimensionalmente, formadas por influências transnacionais de ordem econômica, social, tecnológica, científica, cultural, ética e política. Já Odum (1983) descreve a cidade moderna como um parasita do ambiente rural, produzindo pouco ou nenhum alimento, poluindo o ar e reciclando pouca ou nenhuma água e nem materiais inorgânicos. Figueiredo (1994), em seu livro *A Sociedade do Lixo*, ilustra o comportamento dos espaços urbanos, demonstrando a contraposição aos ecossistemas naturais existentes no mundo. A figura a seguir descreve a representação proposta pelo autor ao adensamento urbano.



Fonte: Figueiredo (1994).

Figura 6. Fluxo de entrada e saída nos adensamentos populacionais.

Todos os autores reforçam a lógica da necessidade de um planejamento urbano sistêmico, com a construção de estratégias sistêmicas. O uso da Teoria Geral dos Sistemas, analisando as redes envolvidas no gerenciamento dos resíduos sólidos, em especial o plástico, pode levar à **construção de estratégias sistêmicas que caminhem ao gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos urbanos**. A existência de dois circuitos econômicos, conforme aponta Santos citado por Verдум (2000, p. 187-203) no Sistema Urbano, também justifica a necessidade dessa construção.

2.6 Sistema de Resíduos Sólidos

Conforme Pauli (1996), nenhuma espécie na natureza é capaz de gerar algo que ninguém queira, à exceção da espécie humana. Esta afirmação resume um dos grandes problemas ambientais da atualidade que é o lixo ou resíduo. A conceituação de resíduos é muito abrangente, variando conforme o país, o órgão encarregado ou mesmo o autor. Também a idéia de resíduo e lixo terem o mesmo significado não é bem definida. Lixo é todo e qualquer resíduo resultante de atividades humanas ou, segundo Figueiredo (1994), lixo ou resíduo pode ser considerado como toda matéria ou energia criada pelo homem e que após utilizada não é absorvida pelo meio ambiente.

Tchobanoglous; Theisen e Vigil (1993) afirmam que resíduos sólidos são todos os resíduos provenientes das atividades humanas e animais, que são normalmente sólidos e descartados como inúteis ou desnecessários. Devido às suas propriedades intrínsecas, os resíduos descartados são freqüentemente reutilizáveis e podem ser considerados como recursos em outro empreendimento.

Segundo a ABNT (1987, p. 63), são considerados resíduos sólidos:

sólidos ou semi-sólidos, que resultem de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem instável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exigem para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

É importante acrescentar que existem outros conceitos sobre lixo e sobre resíduos, podendo ser definidos como “tudo que sobra, resta e não presta” (FERREIRA, 1999, p. 1228), prejudicando a alavancagem da questão do reaproveitamento e da reciclagem de plástico, gerando preconceito negativo na população em relação a esse tema.

O ser humano muitas vezes transfere sua responsabilidade sobre o resíduo gerado em sua casa, em seu trabalho, colocando-o para as coletas municipais, ou jogando-o em terrenos baldios, resolvendo, assim, o seu problema. Há pouca informação na sociedade ou até desinteresse de algumas pessoas sobre os problemas que atos como estes causam. Ressalta-se também que a existência de áreas para a disposição de lixo está cada vez mais escassa, enquanto o lixo

jogado em locais inadequados agrava a poluição ambiental e favorece o desenvolvimento de animais transmissores de doenças.

Para que ocorra a preservação do ambiente, o tratamento do lixo ou dos resíduos deve ser considerado como uma questão de toda a sociedade e não um problema individual. Atualmente, o lixo acaba sendo um problema que afeta em maior grau as populações de baixa renda que geralmente vivem à margem dos centros urbanos, onde ocorre o acúmulo de resíduos. Segundo Pacheco (1999, p. 227), pode-se dizer que não há uma organização para o gerenciamento do material pós-consumo e não há uma política consistente em relação à melhoria das condições de vida das populações que vivem em torno dos *lixões*. Acrescentando o que diz a Constituição Brasileira em seu artigo 225 sobre o assunto, teremos:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988, p. 135).

Assim, é direito de todo cidadão ter um ambiente sadio, e um dever de todos, comunidade e poder público, preservá-lo. Percebe-se então que um dos grandes desafios da atualidade é promover o desenvolvimento sustentável, assunto central da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Rio 92. A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento citada por Schmidheiny (1992, p. 6), define-se desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento capaz de satisfazer as necessidades presentes sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Trata-se do desenvolvimento econômico que não tem como paradigma o crescimento, mas a melhoria da qualidade de vida, que não caminha em direção ao esgotamento dos recursos naturais e estuda alternativas para a não-geração de substâncias tóxicas no ambiente em proporções superiores à capacidade de assimilação dos sistemas naturais.

Acrescentando também um olhar sobre a história dos resíduos, sabe-se que nas sociedades primitivas o homem, que vivia como nômade, não produzia grandes quantidades de resíduos, dependendo unicamente dos recursos naturais, sendo estes facilmente decompostos e reintegrados à natureza. Foi no período neolítico que surgiram a roda e a cerâmica, que é considerada o primeiro elemento artificial criado pelo homem, resultado de uma transformação físico-química de

elementos naturais, sendo então um componente de decomposição mais difícil (FIGUEIREDO, 1994).

Na Idade dos Metais, com o desenvolvimento da atividade industrial e o surgimento das primeiras sociedades escravistas (Roma, Egito), surge a metalurgia, pois, além de extrair os elementos naturais, passou-se a alterar suas concentrações. Segundo Figueiredo (1994), isso gerou fatores significantes com relação ao homem e ao meio ambiente: aumento da geração de resíduos (orgânicos) em função ao processo de urbanização (em função disto muitas cidades mudaram-se em função dos ratos e insetos); alterações no ambiente natural em função das cidades (queimadas, alterações de curso d'água e outras).

Na Idade Antiga surgem as primeiras grandes cidades e os primeiros problemas relacionados aos resíduos urbanos. Esses problemas são historicamente registrados por doenças decorrentes da disposição inadequada dos resíduos, como a peste bubônica em 150 d.C., na cidade de Roma. Os detritos jogados nas ruas favoreciam a criação e sobrevivência dos ratos, entre outros vetores de doenças. Essa realidade mantém-se na Idade Média. Com a decadência do feudalismo, houve um aquecimento da atividade urbana e o surgimento do capitalismo, gerando uma situação catastrófica dos resíduos urbanos e das condições de saneamento nas cidades européias, reaparecendo no século XIV a peste bubônica, que ficou conhecida como a peste negra.

O inchamento das cidades prossegue na Idade Moderna, aumentando ainda mais os problemas de saneamento. O século XVIII traz novamente a peste bubônica para a Europa e seguem os problemas de saneamento. A partir de então, o período mais crítico foi a Revolução Industrial que ocasionou uma crescente atividade predatória do homem para com o ambiente natural. Mais recentemente, a dominação econômica, ou o imperialismo, aparece como uma característica marcante. Conforme Figueiredo (1994), os países do Terceiro Mundo, submetidos a mecanismos econômico-financeiros impostos pelos países ricos, são forçados a intensificar a extração e a exploração predatória de seus recursos naturais, para o suprimento do mercado externo. Apesar de serem geralmente apresentadas como sintomas de desenvolvimento e até mesmo serem incentivadas pelos governantes do Terceiro Mundo, essas exportações representam uma maciça degradação ambiental e a manutenção do domínio por parte dos países ricos. Exportam-se os impactos ambientais aos países do terceiro mundo, traduzidos em

intensa extração de recursos naturais, intenso consumo de energia e processos altamente residuosos, ficando, nos países desenvolvidos, a alta tecnologia e os produtos sofisticados de alto valor agregado.

Apenas no século XX surgiram na Europa preocupações com saneamento básico, porém se mostraram ineficientes diante do rápido crescimento populacional desses centros. Percebe-se, então, que a evolução dos resíduos gerou um grande volume de elementos tóxicos e artificiais, altamente nocivos ao meio ambiente, liberados acidentalmente ou premeditadamente poluindo e quebrando ciclos biológicos. Da história dos resíduos e do comportamento humano em relação aos mesmos percebe-se que o homem ainda se comporta como nômade, não considerando que o planeta não consegue mais absorver e reincorporar os resíduos gerados artificialmente, os quais, não sendo inseridos na dinâmica original do planeta, passam a representar uma ameaça ao equilíbrio da biosfera e à população presente e futura.

2.6.1 Gestão e Gerenciamento Ambiental de Resíduos Sólidos Municipais: Uma Visão Geral

Os problemas provenientes da geração de lixo sejam doméstico, hospitalar, industrial ou outros, são pontos básicos a serem considerados na definição de uma política de gestão ambiental eficaz que possibilite mudanças profundas, tanto nos hábitos e costumes do cidadão, como para desencadear ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, baseadas em critérios ambientais, sociais e econômicos para coletar, tratar, reciclar e dispor o lixo gerado pelo município. Nessa linha de pensamento, uma questão que merece análise é a relação entre quanto é arrecadado pelos municípios para o gerenciamento do lixo e qual o custo real dos serviços desenvolvidos para esse fim. Toda essa problemática é reflexo do crescimento das atividades humanas, visando ao bem-estar individual, isto é, a concepção do que têm valor é fortemente antropocêntrica.

Colby (1991) considera que todas as atividades humanas ocorrem no contexto das relações entre a sociedade e a natureza. Acrescenta que o desenvolvimento é decorrência dessas relações. Se analisarmos a questão sob essa ótica, a geração de resíduos decorre dos processos resultantes da atividade humana

sobre o ambiente (natural ou artificial). O equilíbrio perfeito entre os processos tecnológicos (econômicos) e os processos naturais (ecológicos) é critério básico para um desenvolvimento sustentável.

O mesmo autor define a existência de cinco paradigmas sobre gestão ambiental do desenvolvimento, que são: economia de fronteira, ecologia profunda, proteção ambiental, administração de recursos e ecodesenvolvimento. Segundo Colby (1991), eles evoluem no tempo e partem de suposições distintas sobre a natureza humana, o ambiente natural e suas inter-relações.

Fazendo um paralelo entre a evolução da Gestão Ambiental e os cinco paradigmas básicos da relação homem e natureza, o Quadro 1 demonstra uma síntese da evolução da gestão ambiental do desenvolvimento.

Paradigma Dominante	Época	Estágio	Atitudes	Eventos
Economia de Fronteira	Antes dos anos 70	Reconhecimento da G. A.	Saneamento básico Pouco reconhecimento a resíduos perigosos Existência limitada de requisitos e padrões ambientais.	-
Proteção Ambiental	Anos 70	Controle(primeiro se provoca o dano... e depois se pensa no que fazer).	Controle da poluição indústria (água, ar e ruído); Gestão reativa; Filosofia de controle pontual(<i>end-of-pipe</i>).	Conferência de Estocolmo; Clube de Roma (docto. Importante Limites de crescimento).
Gestão de Recursos e Ecodesenvolvimento	Anos 80 (+significativo para o Brasil)	Planejamento	Estudos de impactos ambientais; Gerenciamento de resíduos sólidos; Controle da poluição dos solos (vetores, lixo,...); Minimização dos resíduos.	RUIM Bhopal Chernobyl Exxon Valdez BOM PNMA Comissão Brundtland Protocolo de Montreal
Gestão de Recursos e Ecodesenvolvimento	Anos 90	Sistema de Conceitos	Atuação responsável; Gerenciamento Integrado(Meio Ambiente + Segurança + Saúde); Auditoria ambiental; Avaliação do Ciclo de vida de Produtos(do Berço a reencarnação); Sistema de gerenciamento ambiental(SGA) ecoeficiência; Filosofia ZERI Ecologia Profunda	Conferência do Rio de Janeiro ISO 14000
Gestão de Recursos e Ecodesenvolvimento	Século XXI	Sistema de Conceitos	ONGs mais atuantes Desenvolvimento Sustentável	Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (Rio + 10)

Fonte: Adaptado de Coelho (1996).

Quadro 1: Síntese da evolução da Gestão Ambiental sob a influência dos cinco paradigmas.

Percebe-se que a discussão sobre resíduos sólidos e sua gestão e seu gerenciamento é bastante recente. Sendo assim, muitos dos conceitos pertinentes ainda não estão sedimentados. O problema em si - **como fazer o planejamento e o gerenciamento ambiental de Resíduos Sólidos Domiciliares Municipais** -

também não está totalmente equacionado.

Almeida (1993) e Diegues (1989) citados por Frank (1995) apresentam as expressões "administração", "gestão", "planejamento", "gerenciamento" e "manejo", quando aplicados ao meio ambiente ou aos recursos naturais, quase como sinônimos, muitas vezes sem uma definição precisa e de certa forma confusa do que efetivamente se propõem a conceituar.

Segundo Frank (1995), essas expressões, ainda que esclareçam passos a serem dados quanto ao estabelecimento de uma base técnica para o gerenciamento, são omissas quanto aos mecanismos político-institucionais que um gerenciamento deve, por definição, abranger. As lacunas conceituais, que são em parte responsáveis pela confusão dos termos acima mencionadas, provavelmente são devidas tanto à novidade do assunto, quanto a razões da formação de origem dos profissionais que a ele se dedicam, via de regra provenientes das ciências naturais ou das engenharias, o que explica a maior ênfase dada aos aspectos técnicos.

Um conjunto mais estruturado de definições é proposto por Lanna apud Frank (1995), que atribui funções e, portanto, conteúdos diferentes à gestão, à política, ao planejamento e ao gerenciamento qualificados para o meio ambiente. O termo manejo ambiental é associado ao espaço rural e não será aplicado ao estudo em questão. Segundo os autores, **Gestão ambiental** é

o processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço com vistas a garantir a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais - naturais, econômicos e sócio-culturais - às especificidades do meio ambiente, com base em princípios e diretrizes previamente acordados/definidos (LANNA apud FRANK, 1995)

Então, é no âmbito da gestão do ambiente que são formulados princípios e diretrizes, preparados documentos orientadores e projetos, estruturados sistemas gerenciais e tomadas decisões, que, no conjunto, almejam transformações em direção a um desenvolvimento sustentável. Qualquer tipo de gestão ambiental deve integrar:

1. A **política ambiental**, que é o conjunto consistente de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação no uso, controle, proteção e conservação do ambiente.
2. O **planejamento ambiental**, que é o estudo prospectivo que visa à adequação do uso, controle e proteção do ambiente às aspirações sociais e/ou governamentais expressas formal ou informalmente em uma Política Ambiental, através da coordenação, compatibilização,

articulação e implementação de projetos de intervenções estruturais e não-estruturais.

3. O **gerenciamento ambiental**, que é o conjunto de ações destinado a regular o uso, controle, proteção e conservação do ambiente, e a avaliar a conformidade da situação corrente com os princípios doutrinários estabelecidos pela Política Ambiental (FRANK, 1995).

Almeida; Melo e Cavalcanti (2000) ressalta que, atualmente, são mais que princípio para a gestão ambiental de uma organização as ações de reduzir custos com a eliminação dos desperdícios, desenvolver tecnologias limpas e baratas, e reciclar insumos, pois representam condição de sobrevivência.

Esses princípios devem permear a Gestão de Resíduos Sólidos, em especial os resíduos plásticos, pois se as ações de gestão nesse campo não observarem princípios como a redução, a reutilização e, em especial, a reciclagem, todos os esforços despendidos para este fim não trarão os resultados esperados.

Percebe-se que, nas questões ambientais, as soluções geralmente se dão sobre os problemas existentes, demonstrando uma postura reativa. Isso leva à aplicação de tecnologias e mecanismos administrativos adicionais. O que se pretende demonstrar, neste trabalho, é que esse procedimento, pelo menos para determinada categoria de problemas, não é suficiente. É fundamental entender o problema e conhecer os condicionantes que o geraram. Esse fato mostra que sua solução não se reduz a uma simples inversão de recursos, à aplicação de tecnologias ou à criação de um órgão para o seu controle. Tudo isso pode ser necessário, mas não é suficiente.

Em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos municipais, quando bem organizado, ele deve partir de políticas ambientais condizentes com a realidade local e de um Plano de Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos. Nesse contexto, a questão da limpeza urbana sempre foi responsabilidade dos municípios que, bem ou mal, têm que executar as diversas atividades inerentes ao setor. Rotineiramente, tem-se constatado uma certa prioridade na manutenção dos serviços de coleta de resíduos e de varrição de vias, ficando a parte da destinação final totalmente abandonada, com sérios problemas ambientais, de saúde pública. Essa situação tem-se mantido na maioria dos municípios ao longo dos anos. Outro aspecto que se verifica nos municípios é a administração indireta (terceirizações) que se faz para a execução dos serviços de coleta, transporte, destinação final e triagem dos resíduos sólidos municipais, não se levando em conta as reais necessidades, ou melhor, os

princípios e as diretrizes para a realização dessas atividades.

Um dos aspectos importantes e que normalmente se desconhece está relacionado à quantidade de resíduos gerados e os efetivamente coletados pela municipalidade, com suas características de acordo com as origens. As informações disponíveis se baseiam em estimativas obtidas por parâmetros de produção *per capita* diária, dos denominados resíduos domiciliares, ficando excluídos uma série de outros tipos, mas que no final são todos transportados para um único local de disposição final, o lixão.

Destacamos que a estrutura organizacional dos serviços de limpeza pública é outro aspecto importante que deve ser analisado. As atividades de limpeza pública, em nível de organograma, encontram-se normalmente vinculadas a Departamentos como, por exemplo, de Serviços Urbanos, Obras e Meio Ambiente.

Ocorre que, na prática, esses setores têm uma gama de outros serviços a executar, de acordo com as prioridades da administração, que normalmente não são as atividades de limpeza, mais especificamente, a destinação mais adequada a ser dada aos resíduos. Outro fator que pode influenciar na priorização de serviços é a não-existência de pessoal capacitado para planejar e executar as atividades relacionadas à gestão dos resíduos de uma forma eficaz.

As expressões resíduo sólido urbano ou resíduo sólido municipal normalmente caracterizam o lixo, em que a coleta, o transporte e a destinação final são, por definição legal, de responsabilidade das Prefeituras Municipais, o que inclui o lixo domiciliar, o comercial e o público. Os demais resíduos dos estabelecimentos de saúde, industriais, os produzidos em portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, agrícola e entulho, requerem cuidados especiais quanto a seu acondicionamento, coleta, transporte e destinação final, devido à periculosidade real ou potencial à saúde humana e ao ambiente e são de responsabilidade do gerador (IPT/CEMPRE, 2000). O Decreto Lei nº 38.356, de 01 de abril de 1998, que dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos do Rio Grande do Sul, descreve em seu anexo único, artigo primeiro que

A gestão dos resíduos sólidos é responsabilidade de toda a sociedade e deverá ter como meta prioritária a sua não-geração, devendo o sistema de gerenciamento destes resíduos buscar sua minimização, reutilização, reciclagem, tratamento ou destinação (RIO GRANDE DO SUL, 1998).

E em seu artigo oitavo,

A coleta, o transporte, o tratamento, o processamento e a destinação final dos resíduos sólidos de estabelecimentos industriais, comerciais e de prestação de serviços, inclusive de saúde, são de responsabilidade da fonte geradora (RIO GRANDE DO SUL, 1998).

A geração crescente e diversificada de lixo sólido nos meios urbanos e a necessidade de disposição sustentável alinham-se entre os mais sérios problemas ambientais enfrentados indistintamente por países ricos e industrializados e pelas sociedades em desenvolvimento. A geração dos resíduos é proporcional ao aumento da população e apresenta desproporcionalidade em encontrar soluções para o gerenciamento dos detritos, resultando em defasagens nos serviços prestados e no descrédito total aos sistemas implantados. Equacionar o desequilíbrio entre o incremento de resíduos e as poucas possibilidades de dispô-los corretamente, utilizadas pelas prefeituras, sem agredir a saúde humana e sem causar riscos ao ambiente, é o grande desafio que se impõe.

À medida que não se vislumbra no horizonte próximo nenhuma tendência diferenciada à urbanização, com as aglomerações populacionais expandindo-se em detrimento do percentual de habitantes no meio rural, há de se situar o problema do gerenciamento do lixo como um dos temas centrais da atualidade como do futuro, sem possibilidade de prorrogação de soluções ou de adoções de paliativos (MARCIO, 1997).

2.6.1.1 Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos

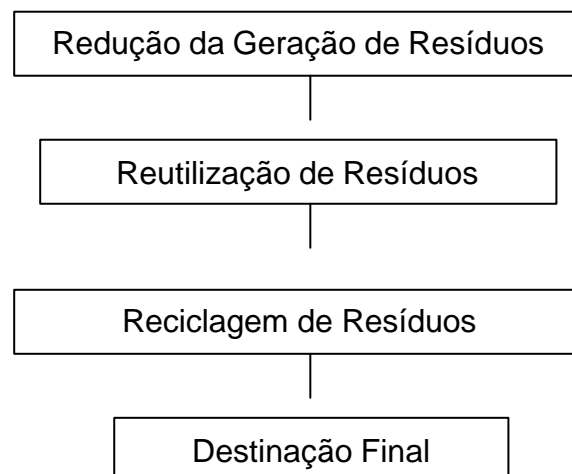
Uma das maiores dificuldades da gestão de resíduos, hoje, é a destinação a ser dada aos mesmos. O crescimento da quantidade de lixo gerado no Brasil foi de aproximadamente 20% em 10 anos (LÓPEZ, 2002). Essa geração de resíduos tem criado problemas quanto ao seu gerenciamento, tendo em vista os problemas existentes no poder público apresentados na secção anterior. Por essa razão, a reciclagem surge como uma medida a ser adotada. Mais do que o lucro financeiro devem serem considerados os benefícios ambientais e sociais que poderão vir da adoção dessa prática.

Segundo Mota (2000), os benefícios que resultam da redução, do

reaproveitamento e da reciclagem de resíduos sólidos em geral são os seguintes:

- ? conscientização da comunidade sobre a não-renovação dos recursos naturais e da necessidade de proteção do meio ambiente;
- ? menor exploração dos recursos naturais e economia na importação de matéria-prima;
- ? geração de emprego e renda;
- ? menor consumo de energia e água nos processos de produção;
- ? custos de produção de materiais mais baixos nas usinas de transformação;
- ? diminuição da poluição do ar e das águas;
- ? redução da quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários, resultando no aumento de sua vida útil; e
- ? menor ocorrência de problemas ambientais decorrentes da destinação dos resíduos sólidos.

Para Rolim (2000), as prioridades na gestão dos resíduos sólidos urbanos devem ser primeiramente a minimização da geração de resíduos, por meio de mudanças de hábitos de consumo e da produção de produtos com menor quantidade de material, feitos de material reciclável, etc. Autores como Valle(1995), acrescentam que, depois de minimizar a geração de resíduos, a preocupação deve se voltar para a sua destinação, na seguinte ordem: reciclagem, incineração e disposição. A Figura 7 apresenta as prioridades para a gestão de resíduos sólidos, definida por Mota (2000), baseada nos 3 R's: reduzir, reutilizar e reciclar.



Fonte: Mota (2000).

Figura 7: Prioridades na gestão de resíduos sólidos.

Se não há possibilidade de reduzir ou reutilizar, os resíduos devem ser primeiramente reciclados, antes de serem encaminhados ao destino final. Rolim (2000) acrescenta que os que não puderem ser reciclados devem ser incinerados; e

os que não puderem sofrer nenhuma das opções anteriores devem ser dispostos em aterros sanitários. Lerípio (2001) afirma que aqueles resíduos que não puderem ser reutilizados ou reciclados não deveriam existir, isto é, o produto original deveria ser reprojetoado, de forma que se evite a incineração e a destinação em aterros.

Das alternativas apresentadas, a reciclagem apresenta maior viabilidade em relação à incineração que é proibida no Estado do Rio Grande do Sul pela legislação, em função da falta, ainda, de regulamentação das emissões atmosféricas. Valle (1995) argumenta que, em relação à disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários, esta só deve ser feita para resíduos estáveis, não perigosos, com baixo teor de umidade e que não tenham valor a recuperar. Contudo, atualmente grande parte dos resíduos estão sendo encaminhados para os aterros. Isso ocorre por que o aterro é considerado uma alternativa relativamente barata. Mas a decisão sobre a destinação dos resíduos não deve se dar somente a partir da análise da viabilidade econômica. Os aterros constituem uma poluição localizada vigiada, e considerando a saturação dos aterros sanitários existentes e a dificuldade de encontrar-se áreas para criação de mais aterros, faz-se necessário o uso de outras alternativas, ou seja, de um sistema de alternativas.

Considerando as últimas estatísticas apresentadas pelo Censo do IBGE (2000), podemos verificar a destinação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, cujos dados são apresentados no Tabela 1. Em relação à geração de resíduos sólidos no País, ela correspondeu a aproximadamente 1,3 kg/hab.dia(IBGE, 2000).

Tabela 1: Destinação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil.

Destino dos resíduos	Massa (%)
Lixão	21,2
Áreas Alagadas	0,1
Aterro Controlado	37,0
Locais não Fixos	0,5
Outras	0,7
Aterro Sanitário	36,0
Compostagem	3,0
Estação de Triagem	1,0
Incineração	0,5

Fonte: IBGE (2000).

Esses dados parecem mostrar que houve uma melhora no destino que é

dado aos resíduos em nosso País. Mas, considerando as cinco primeiras formas de disposição apresentadas, que configuram 59,5% do destino dos resíduos no País, elas vêm-se mostrando contrárias a qualquer processo de desenvolvimento que queira focar a sustentação de uma região, pois não estão em conformidade com qualquer alternativa adequada às necessidades ambientais e sociais do planeta. É importante resgatar que lixão nada mais é do que a disposição a céu aberto de resíduos, sem nenhuma medida de proteção ao meio ambiente ou a saúde pública (BIDONE; POVINELLI, 1999). Áreas alagadas, locais não-fixos e outras demonstram o total desconhecimento dos problemas que podem advir da disposição de resíduos em locais impróprios.

Aterro “controlado” pode ser conceituado como um local pré-destinado a receber resíduo que serão cobertos com argila. Esse tipo de aterro geralmente não possui sistema seguro de contenção dos resíduos depositados, bem como sistema para monitoramento de chorume, gases, etc. Já o aterro sanitário deve prever as seguintes técnicas de engenharia:

- ? Sistema de drenagem periferia e superficial para afastamento de águas de chuva;
- ? Drenagem de fundo para coleta do lixiviado e sistema de tratamento;
- ? Drenagem e queima dos gases gerados durante o processo de bioestabilização da matéria orgânica (BIDONE; POVINELLI, 1999).

Segundo a NBR 8419,

Aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos consiste na técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores se for necessário (ABNT, 1984).

Analisando também sob a ótica de que as cidades se configuram como um sistema urbano com intensa entrada de matéria e energia, as disposições mais utilizadas para os resíduos no Brasil levam os municípios a um estado de caos permanente.

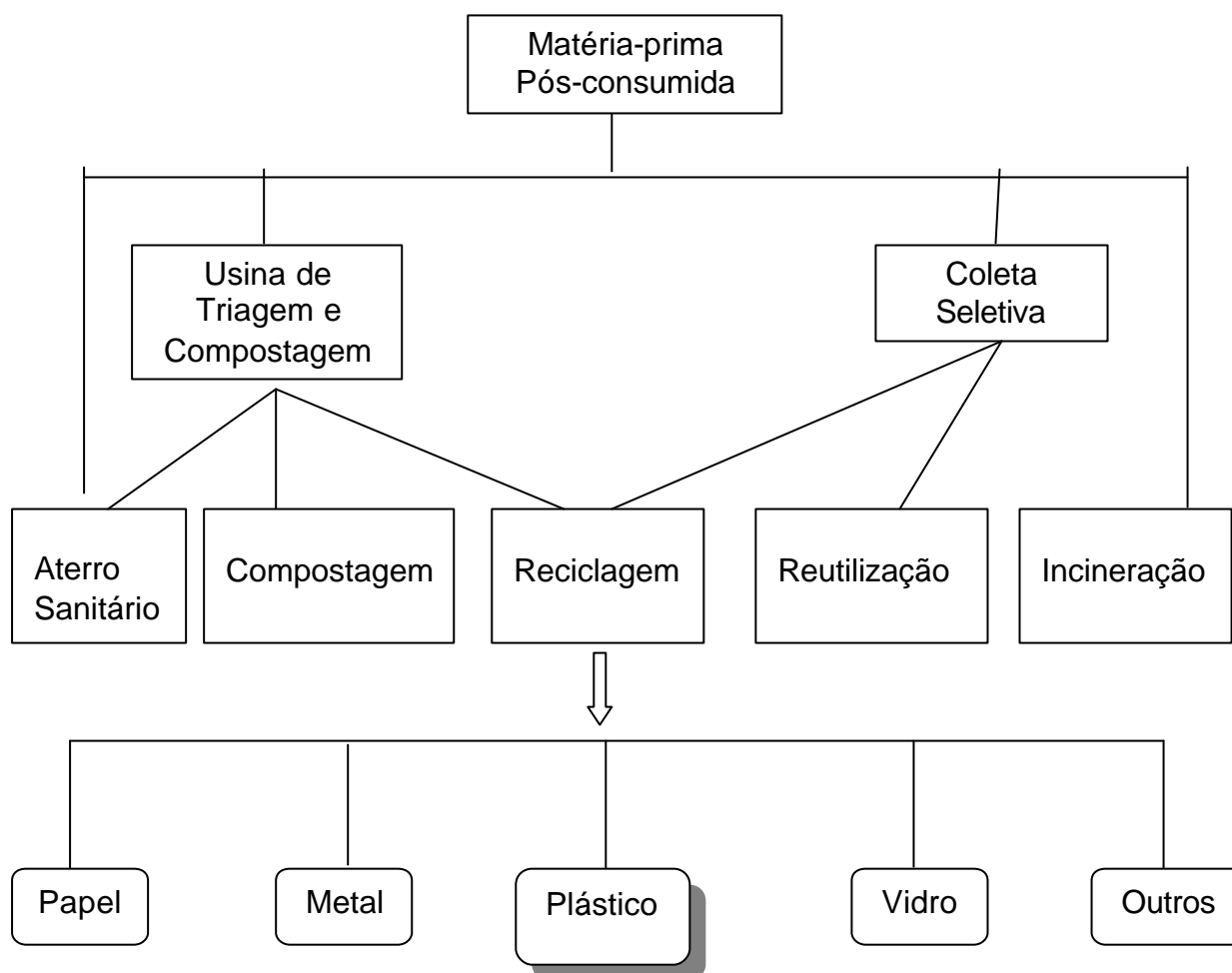
A Tabela 2 apresenta o destino dos resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul. A geração de resíduos por habitante no Estado, naquele período, situou-se em 0,8 kg/hab.dia (IBGE, 2000).

Tabela 2: Destino dos resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul.

Destino dos resíduos	Massa (%)
Lixão	15,4
Áreas Alagadas	0,3
Aterro Controlado	27,4
Locais não Fixos	0,4
Outras	6,9
Aterro Sanitário	38,4
Compostagem	1,7
Estação de Triagem	9,3
Incineração	0,2

Fonte: IBGE (2000).

Da análise dos dados descritos na tabela anterior percebe-se que também no Rio Grande do Sul, Estado brasileiro reconhecido por ações eficazes na área ambiental, é preponderante o uso das alternativas insustentáveis para a destinação dos resíduos, se olharmos sobre o ponto de vista da existência de resíduos com alto potencial de reciclabilidade que vão parar em aterros ou lixões. Há um desequilíbrio na destinação dos resíduos gerados, pois não há critérios pré-definidos para essa destinação de acordo com o tipo e resíduo e sua potencialidade. Para modificar essa realidade, autores apresentam estruturas para a destinação dos resíduos. Vilhena; Pacheco e Hemais (1995, p. 7) apresentam um esquema das formas possíveis de disposição dos resíduos pós-consumo. A Figura 8 apresenta estas possibilidades.



Fonte: Vilhena; Pacheco e Hemais (1995).

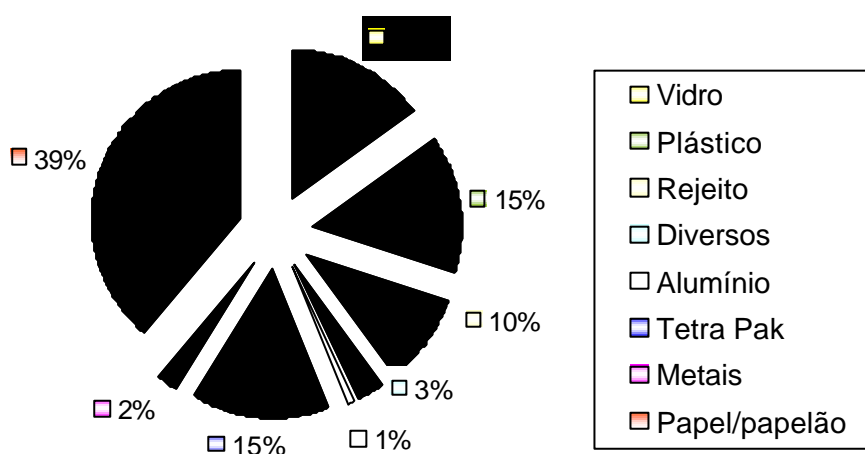
Figura 8. Formas de disposição e de tratamento de matéria-prima pós-consumida.

Da análise da figura anterior, percebe-se que a reciclagem resulta de atividades de coleta, separação e processamento. Isso indica que a qualidade de bens produzidos com plástico reciclado está intrinsecamente relacionada com o fornecimento e a identificação correta da matéria-prima, no caso dos tipos de plásticos, e com a tecnologia de reciclagem utilizada. Considerando também o conceito de desenvolvimento sustentável e analisando essas possibilidades, a reciclagem mostra-se como uma boa alternativa.

É importante acrescentar que o processo de reciclagem deve ser utilizado em dois casos: “1. quando a recuperação dos resíduos seja técnica e economicamente viável, bem como higienicamente utilizável; 2. quando as características de cada material sejam respeitadas” (PACHECO, 1999).

2.6.1.2 Tipos de Materiais Sólidos Descartados

Resíduos sólidos domiciliares são aqueles produzidos e descartados em nossas casas geralmente constituídos por matéria orgânica e materiais passíveis ou não de reciclagem. A sua composição varia de acordo com a época, com a cultura, com o poder aquisitivo da população entre outros fatores. Segundo dados do CEMPRE (2004) em 1994, 1999, 2002 e 2004 foram realizados estudos para avaliar os materiais presentes na coleta seletiva. Esse estudo é uma média sobre as cidades brasileiras que apresentavam coleta seletiva naqueles anos. Segundo esta pesquisa em 1999, 135 municípios operavam com coleta seletiva no Brasil e a composição dos resíduos sólidos em porcentagem de peso, em média para as cidades consideradas apresentou o resultado descrito no Gráfico 1.

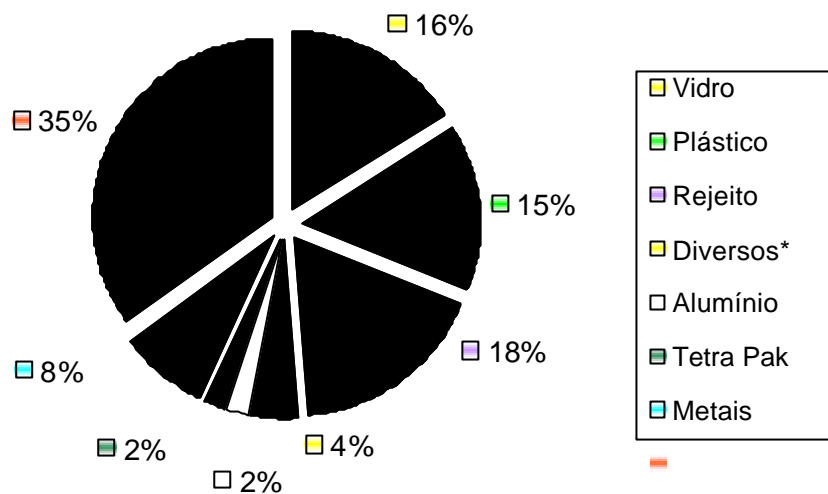


Fonte: CEMPRE (2000).

*Os diversos incluem outros tipos de materiais recicláveis: baterias, pilhas, borracha, madeira, etc.

Gráfico 1: Composição dos materiais oriundos da coleta seletiva, em porcentagem de peso, em algumas cidades do Brasil, 1999.

Já em 2004 a mesma pesquisa relata que 237 municípios operaram programas de coleta seletiva. No Gráfico 2 apresentamos a composição dos materiais oriundos da coleta seletiva, em porcentagem de peso para 236 municípios.

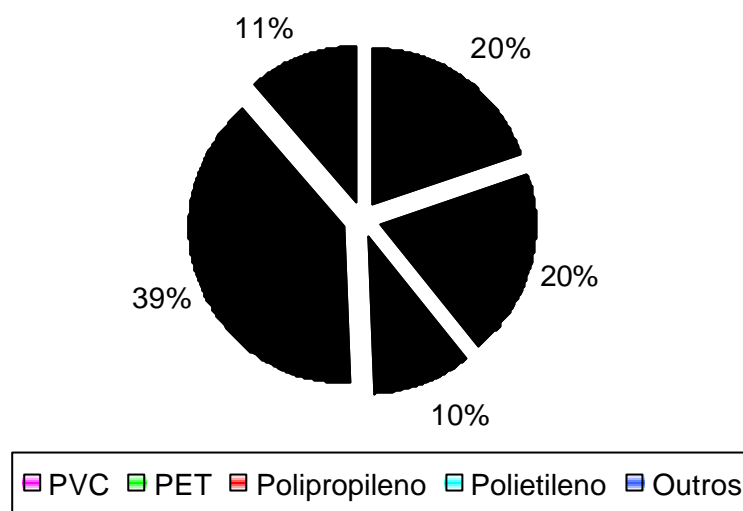


Fonte: CEMPRE, 2004.

* Os diversos incluem outros tipos de materiais recicláveis: baterias, pilhas, borracha, madeira, etc.

Gráfico 2: Composição dos materiais oriundos da coleta seletiva, em percentagem de peso, em algumas cidades do Brasil, 2004.

Analisando esses dados, o plástico representou, neste período, 15% em peso no lixo coletado seletivamente, nas cidades amostradas. Segundo Furtado (1996), os tipos de plásticos mais encontrados nesta época foram os Polietilenos (PEs), o Politereftalato de Etileno (PET), o polipropileno (PP) e o Policloreto de Vinila (PVC). No gráfico, a seguir, são encontrados os percentuais referentes aos plásticos dispostos no lixo naquele período.



Fonte: Agnelli (1996).

Gráfico 3: Termoplásticos mais encontrados no resíduo sólido urbano brasileiro.

O Gráfico 3 demonstra dados importantes para este estudo. Tanto o Polietileno (PE) como o Politereftalato de Etileno (PET) tem maior representatividade no lixo e apresentam maior viabilidade de serem reciclados. Com relação ao Policloreto de Vinila (PVC), atualmente ele apresenta uma representatividade na massa de resíduos domiciliares bastante inferior à apresentada no Gráfico 3. Existem vários estudos a respeito da reciclagem do PET, por este apresentar características interessantes para sua reciclagem. Já o PE merece mais estudos a respeito da sua viabilidade de reciclagem auto-sustentável. Estas características serão discutidas no decorrer do trabalho.

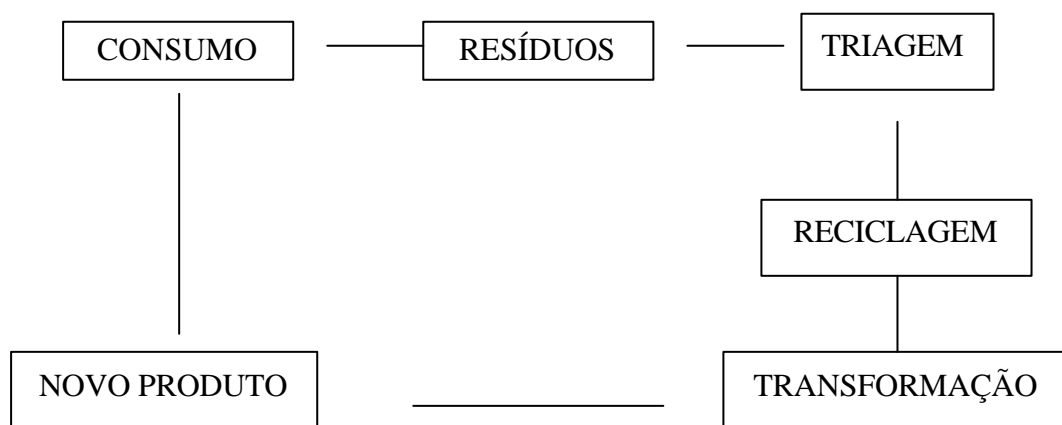
2.7 O Processo de Reciclagem

A agência ambiental dos Estados Unidos define o processo de reciclagem como sendo a ação de coletar, reprocessar, comercializar e utilizar materiais antes considerados como lixo (VALLE, 1995). Em Costa (1998) a reciclagem é definida como o resultado de uma série de atividades através das quais materiais que se tornariam lixo são *desviados*, sendo colocados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de bens, feitos anteriormente apenas com matéria-prima virgem. Lima e Silva et al (1999) define como reciclagem

Ato de tornar útil e disponível novamente, eventualmente através de um processo de transformação físico-química, material que já foi utilizado anteriormente dentro de um sistema. Materiais que seriam descartados como lixo tornam-se novamente matéria-prima para a manufatura de bens, reduzindo a extração de recursos naturais... Processo pelo qual a matéria e a energia circulam no ambiente, transferindo-se progressivamente de um compartimento para outro, até retornar ao compartimento inicial (p. ex., reciclagem de nutrientes).

Percebe-se que não existe uma definição única e clara na sociedade para o ato de reciclar e que a reciclagem não pode ser encarada como a única solução de todos os problemas dos resíduos sólidos urbanos, mas sim uma parte importante de um sistema de gerenciamento. Assim, a reciclagem deve ser considerada como uma forma racional de minimização de resíduos, pois o material usado volta para o ciclo de produção (nas indústrias e na terra), o que soluciona, por exemplo, o problema de superlotação nos aterros sanitários. Simplesmente descartar os resíduos, sem considerar o tempo que estes levam para se degradar, ou até como estes serão depositados, corresponde a uma imensa falta de consciência e comprometimento, resultando em uma forma de “gestão” ambiental insustentável.

Assim, a reciclagem permite fazer o ciclo, trazendo de volta à origem, sob forma de matéria-prima, aqueles materiais que não se degradam facilmente e que podem ser reprocessados, mantendo suas características básicas (VALLE, 1995). Ela depende de outras atividades, gerando um sistema que se realimenta, um ciclo como foi descrito acima. A Figura 9 demonstra esse ciclo:



Fonte: Adaptado de Wiebeck (1997).

Figura 9: Atividades relacionadas com a reciclagem.

Uma organização pode realizar mais de uma das atividades apresentadas

acima. Além disso, essas atividades podem ser desdobradas em mais de uma etapa e realizadas por várias organizações distintas.

Segundo Ruberg et al (1998), a população, através do consumo de produtos, gera resíduos que devem ser coletados. A coleta pode ser pelo meio convencional, com o material reciclável e o não-reciclável coletados juntos (misturados). Neste caso geralmente usam-se caminhões compactadores e o processo de reciclagem torna-se praticamente inviável. Outra forma de recolhimento de resíduos é a coleta seletiva. A coleta seletiva pode ser domiciliar (ou denominada *porta à porta*), com os recicláveis separados previamente na residência do gerador de resíduo (lixo seco e lixo orgânico), ou por uma entrega voluntária, na qual o conjunto de *containers* (LEV – Locais de Entrega Voluntária) são instalados em locais estratégicos para depósito dos materiais recicláveis pela população. Os Posto de Entrega Voluntária (PEV), diferenciam-se dos LEV por terem atendimento nos PEV de pessoas capacitadas a darem instruções sobre a coleta seletiva, como separar e esclarecer eventuais dúvidas que possam existir. Outra forma de entrega voluntária utilizada é a entrega de material selecionado nos galpões de triagem, nas associações ou cooperativas de catadores. Todos estes modelos de entrega voluntária baseiam-se na separação multisseletiva e tem como premissa à existência de um programa de educação ambiental permanente e uma adesão efetiva do cidadão. Reichert (2001) apresenta no Quadro 2 as vantagens, as desvantagens e exigências para cada sistema de coleta seletiva.

Sistema de coleta	Vantagens	Desvantagens	Exigências
Domiciliar com caminhão próprio	Adesão rápida da comunidade (atende ao princípio da comodidade). Público facilmente convencido de que tudo corre bem, da coleta à comercialização.	Exigência de frota específica. Alto custo. Dificuldade de conscientização popular. Cria resistências à implantação de um sistema menos cômodo. Apenas os moradores dos bairros atingidos são engajados. Propicia a pré-coleta.	Dia ou horário diferente da coleta regular. Frota específica. Garis treinados para o reconhecimento do lixo a ser recolhido. Campanha educativa que atinja o conjunto da população dos bairros abrangidos.
Domiciliar com caminhão misto	Adesão rápida da comunidade. Não exige frota específica. Menores custos que o método anterior. Permite o ocultamento de problemas.	Dificulta a conscientização. Cria resistências à introdução de um sistema menos cômodo. Apenas os moradores dos bairros atingidos são engajados. Existe local para triagem que permita o encaminhamento de "lixo sujo" também.	Campanha educativa que atinja o conjunto da população dos bairros atingidos. Extremo cuidado na divulgação dos resultados da coleta seletiva para evitar que a população acredite que todos os resíduos estão sendo aterrados. Local para triagem e classificação adequado para o recebimento de resíduo orgânico.
Por contêineres	Atende à exigência popular de soluções importadas e consideradas modernas. Facilmente ampliável, é limitada apenas pelo interesse e disponibilidade de recursos da Prefeitura Municipal. Proporciona o engajamento de qualquer pessoa ou grupo conscientizado. Organiza o recolhimento. Maior velocidade de coleta.	Grande número de depredações. Necessidade de manutenção constante dos contêineres, principalmente devido à mistura de resíduos. População costuma misturar os resíduos. Relativamente onerosa. Proporciona a pré-coleta.	Contêineres especiais, diferentes dos usuais, atrativos e bem cuidados. Caminhão adequado ao container escolhido. Educação intensiva sobre determinados grupos. Zelo pelo container, não devendo permanecer em locais públicos que não tenha um responsável pela sua manutenção.
PEV's ou LEV's	Grande envolvimento e conscientização dos participantes. Personaliza a coleta, pois a prefeitura sabe o público que deposita o lixo em cada ponto de coleta, facilitando a correção de falhas no sistema. Inexistência de materiais sujos. Baixo custo de implantação e manutenção.	A implantação obedece ao ritmo da entidade ou grupo interessado em participar da coleta, nem sempre compatível com os interesses políticos da administração municipal. Sofre resistências de setores da comunidade que não aceitam sua simplicidade, usando esta desculpa para não mudar de comportamento.	Local para armazenagem pequeno e simples (apenas com cobertura e segurança contra vandalismos). Caminhão para recolhimento. Educação intensiva sobre os usuários da entidade ou grupo que solicitou o entreposto.

Fonte: Reichert (2001).

Quadro 2: Vantagens, Desvantagens e exigências para cada sistema de coleta.

Após a coleta, visando a reciclagem de plásticos, sempre haverá um processo de separação ou triagem pode ser feita em usinas de triagem, ou nos próprios lixões, nas associações ou cooperativas de catadores, etc. Assim, os resíduos separados podem ser enviados para a reciclagem, permitindo o reaproveitamento dos mesmos como matéria-prima pelas empresas transformadoras de produtos finais. Algumas recicladoras de plásticos tem seu próprio processo de separação.

A reciclagem de materiais, principalmente de resíduos sólidos plásticos, é um negócio que vem se desenvolvendo pela força de seu mercado, por consumidores verdes, com consciência ambiental desenvolvida e que procuram produtos condizentes com sua filosofia. Como sugere Pauli (1996), a primeira revolução verde objetivou o rendimento. Agora chegou a hora, não de esperar que a terra produza mais, mas de esperar que o homem faça mais com o que a terra produz. Portanto, *just-in-time*, mapeamento do processo, qualidade total e outros itens comuns no meio empresarial e produtivo devem fazer parte da mentalidade de quem trabalha com reciclagem. O gerenciamento ecológico envolve a passagem do pensamento mecanicista para o pensamento sistêmico. Um aspecto essencial dessa mudança é que a percepção do mundo como máquina cede lugar à percepção do mundo como um sistema vivo. Esta idéia, desenvolvida por Callenbach et al (1993), nos leva a analisar de um novo modo a reciclagem, pois a visão sistêmica nada mais é do que esquecer o controle e a dominação, e pensar em cooperação e parceria, como os sistemas naturalmente sustentáveis que a natureza nos oferece de exemplo.

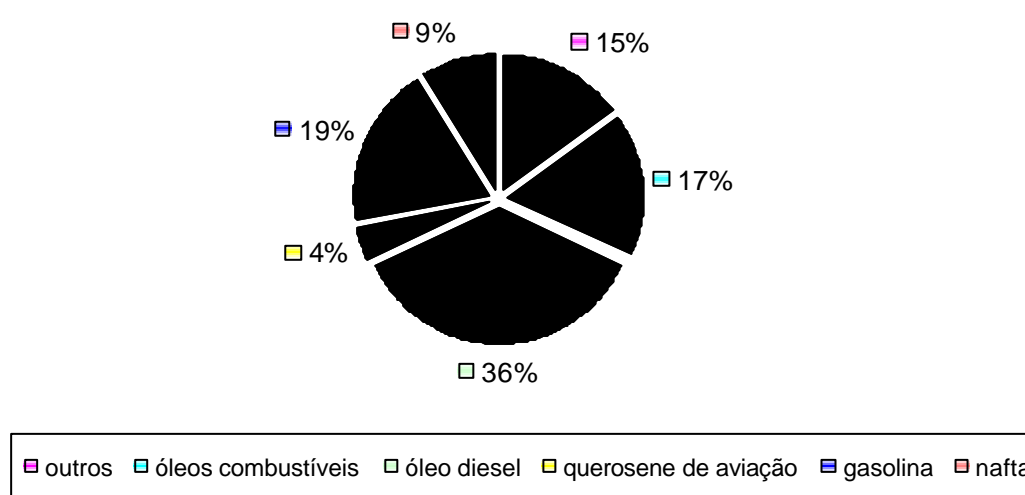
O mesmo autor acrescenta que pensar sistemicamente é pensar em processos, mas qual a definição de processos? Segundo Harrington (1997), é qualquer atividade que recebe uma entrada (*input*), agrega valor e gera uma saída (*output*) para um cliente interno (estão localizados dentro da cadeia de atividades e são afetados se o processo gerar saídas erradas) ou externo (estão fora da empresa e recebem o produto final, sua satisfação deve ser a meta prioritária da empresa). Como a qualidade e produtividade são funções do processo, o gerenciamento de processos pode ser conceituado como uma ferramenta destinada a implementar a melhoria contínua nas organizações.

Assim, a implantação de métodos para o Gerenciamento de Processos (GP) nas atividades envolvidas com a reciclagem de plásticos pode trazer grandes

vantagens organização, como uma ampliação da visão do negócio, maior conhecimento do negócio, maior envolvimento dos agentes e colaboradores e levar ao atendimento das necessidades dos clientes. Gerenciamento de processos não é exercício de redução de custos, busca de culpados por falhas ou um processo estático, é um método baseado em informações coletadas de clientes e fornecedores, que considera os erros como oportunidades de melhoria e prevenção e, acima de tudo é um processo contínuo.

2.7.1 A Indústria Petroquímica e o Plástico

A indústria petroquímica é um setor distinto dos demais por utilizar frações derivadas do refino do petróleo ou do gás natural. O petróleo é um recurso mineral não-renovável em curto prazo, formado por uma gama de compostos. Por causa de sua variada composição, quando refinado, extraem-se diversos produtos, como gasolina, diesel, querosene, gás de cozinha, óleo combustível e lubrificante, parafina e compostos químicos. A estrutura de refino difere em função das exigências internas de consumo de cada país (PETROBRAS, 2005). No Brasil, o refino do petróleo produz os derivados representados no Gráfico 4.



Fonte: PETROBRAS (2005).

Gráfico 4: Produção de derivados do petróleo no Brasil.

A matéria-prima básica para toda a cadeia de produção das resinas plásticas é a nafta. A PETROBRAS é a fornecedora exclusiva de nafta no Brasil, atendendo à demanda com a produção de suas refinarias e com importações. Segundo a Agência Nacional do Petróleo (2003), o Brasil produziu, de janeiro a setembro de 2002, 42,5 milhões de barris do produto e importou outros 12,6 milhões de barris. Após a extração e o refino do petróleo, a nafta é fornecida para três centrais de matérias-primas da indústria petroquímica brasileira: a Petroquímica União, em São Paulo, a COPESUL, instalada no Estado do Rio Grande do Sul, e a Braskem (antiga COPENE), na Bahia.

Por meio e pesquisa, foi possível resgatar que a petroquímica brasileira iniciou em 1955, com a implantação da refinaria de petróleo de Cubatão, onde surgiram inicialmente unidades produtivas de eteno, propeno, negro de fumo, metanol, amônia e fertilizantes nitrogenados. Nessa época, a indústria química brasileira não obedecia a um planejamento preestabelecido e os investimentos aconteciam de forma aleatória. Atualmente, os três pólos petroquímicos estabelecidos no Brasil possuem planos de expansão e aumento da produção. O perfil idealizado para esse setor está embasado em uma empresa que possui escala, acesso a matérias-primas, a preços e a qualidades competitivas, à distribuição de produtos a baixo custo e com rapidez, à tecnologia utilizada e a processos produtivos que não agredem o meio ambiente. No Anexo A apresentamos alguns dados dos pólos petroquímicos existentes. Por meio desses dados observamos que existe forte relação entre a indústria de 1ª e de 2ª gerações do ramo petroquímico. No Anexo B apresentamos a estrutura organizacional dos três pólos petroquímicos existentes no Brasil (BRASILPLAST, 2003).

Com relação às centrais de matéria-prima que são mais reconhecidas, como a indústria de primeira geração, elas realizam a destilação e o craqueamento da nafta, produzindo para a segunda geração das indústrias do setor mais de seis milhões de toneladas de petroquímicos básicos ou monômeros: eteno, propeno, xilenos, butadieno, benzeno e tolueno, e outros. A Tabela 3 apresenta a capacidade instalada, em milhares de toneladas anuais, para os produtos derivados da nafta, descritos na frase anterior, dos pólos petroquímicos existentes no Brasil.

Tabela 3: Produtos químicos e capacidade instalada de produção.

Produto	Petroquímica União (SP)	COPENE (BA)	COPESUL (RS)	Total
Eteno	500	1.200	1.135	2.835
Propeno	250	570	581	1.401
Butadieno	80	195	105	380
Tolueno	75	65	91	231
Xilenos	50	306	66	422
Benzeno	200	455	265	920
Total	1.155	2.791	2.243	6.189

Fonte: Associação Brasileira da Indústria Química (2003).

Em geral, a operação de um pólo petroquímico envolve quatro grandes cadeias produtivas:

- resinas termoplásticas: produzidas a partir de termoquímicos primários pelas indústrias de segunda geração e vendidas às indústrias de transformação plástica;
- elastômeros: também produzidos por empresas de segunda geração da petroquímica, para serem utilizados pelas indústrias de transformação de borracha;
- solventes: uma cadeia que abriga a indústria de tintas, calçados móveis, agroindústria e outros setores; e
- combustíveis: cadeia formada pelos distribuidores de combustíveis.

A partir dos monômeros, por exemplo, os etenos e propenos, fabricam-se nas indústrias de segunda geração os polímeros sintéticos conhecidos como resinas plásticas ou produtos intermediários. Os polímeros sintéticos tratados neste trabalho são os seguintes: polietileno (PE), poliestireno (PS), policloreto de vinila (PVC) e o polietileno tereftalato (PET). Nas indústrias de terceira geração, também conhecidas como indústrias de transformação, são gerados produtos plásticos a partir dos polímeros sintéticos.

Com o objetivo de visualizar a forma como os plásticos estão inseridos na cadeia de produção da indústria petroquímica, e considerando que essa cadeia não finaliza na terceira geração, é apresentado o Quadro 3 com as principais entradas e saídas desse sistema. Percebe-se, a partir da síntese descrita nesse quadro, que existe uma ruptura no que tange a vários aspectos desde a gestão, o planejamento

e os incentivos existentes a partir da quarta geração. Entre a quarta e a quinta geração é clara a inexistência de mecanismos de auto-regulação, ou seja, políticas públicas, que incentivem a correta destinação dos resíduos plásticos.

Principais Agentes	Principais Entradas	Tipo de Organização	Principais Saídas
PETROBRAS e importações	Petróleo	Refinaria	Petróleo fracionado (nafta, gás natural e gasóleo)
COPEL COPENE PQU	Algumas das frações: nafta e/ou gás natural	Primeira geração petroquímica	Petroquímicos básicos (monômeros: eteno, propeno, butadieno, benzeno, ...)
Dezenas de empresas	Petroquímicos básicos (monômeros)	Segunda geração petroquímica	Petroquímicos intermediários (resinas plásticas: polietilenos, polipropilenos, poliestirenos,...)
Milhares de empresas	Petroquímicos intermediários (resinas plásticas)	Terceira geração petroquímica	Plásticos: vários produtos
Sociedade Brasileira	Produtos (plásticos)	Quarta geração Consumo- Descarte Sociedade	Resíduos plásticos
Sociedade Poder Público Associações Empresas	Resíduos plásticos	Quinta Geração Associações Empresas Recicladoras	Matéria-prima para a terceira e/ou para a segunda geração petroquímica e/ou geração de energia. (retorno ao ciclo)

Quadro 3: Principais agentes, entradas e saídas da cadeia produtiva da indústria petroquímica.

Em relação ao plástico, é importante constar que ele é um polímero (que significa “muitas partes”). Polímero é uma molécula de alto peso molecular obtida pelo encadeamento sucessivo de pequenas unidades repetitivas de baixo peso molecular definidas como monômeros. Podem ser usados para aplicações de engenharia, como engrenagens e peças estruturais, que permitem o uso em substituição a materiais clássicos, particularmente metais. Nesse contexto, incluem-se os termoplásticos, que são plásticos que podem ser reversivelmente aquecidos e resfriados, passando respectivamente de massas fundidas a sólidos, podendo ser transformados, processados e reprocessados, por métodos tradicionais como a

laminação, a extrusão ou a injeção (ALBUQUERQUE, 1999). Em PLASTVAL (2004) estão descritos os processos de transformação mais utilizados no Brasil. Em resumo esses processos são descritos da seguinte maneira:

✍ **Extrusão contínua:** o plástico é introduzido em uma máquina (extrusora) que funde o material, pressionando-o continuamente contra uma matriz, transformando-os, geralmente em fios, conhecidos como espaguete. Esses fios sofrem resfriamento por meio de um banho e após esse processo são picotados em grãos. Os grãos ou pellets são ensacados e comercializados visando a fabricação de produtos plásticos. Esse processo de extrusão contínua pode produzir perfis, tubos, folhas e placas, bastando para isso a mudança da matriz e adaptações no processo.

✍ **Extrusão em filmes tubulares:** semelhante ao processo anterior, só que nesse caso a extrusora, equipamento que funde o material, é equipada com uma matriz para produção de tubos e realizada essa produção de baixo para cima. O tubo produzido passa por um processo de sopro, com ar quente, formando uma bolha ou balão. O tamanho do balão depende da pressão do ar, quantidade e do tipo de material. Formam-se filmes plásticos. Quando o filme atinge uma temperatura que permita seu achatamento, a bolha é fechada e o filme é dobrado e tracionado por rolos. Esse processo é usado, por exemplo, na produção de sacos e sacolas de polietileno de baixa densidade (PEAD).

✍ **Moldagem por injeção:** nesse processo utiliza-se um equipamento conhecido como injetora onde o plástico, na forma de grãos, é inserido, aquecido até fundir e forçado sob pressão para dentro de um molde hermeticamente fechado. O molde possui um sistema de resfriamento que faz com que o material fundido resfrie até possuir rigidez que lhe permita ser removido sem perder a forma do objeto. A moldagem por injeção é um processo cíclico que executa a produção do artefato ciclicamente, sendo essa uma diferença entre a extrusão e a injeção. Com esse processo são fabricados brinquedos, baldes, bacias, pára-choques de automóveis, carcaça de televisores, computadores, etc.

✍ **Moldagem por sopro:** pode ser usada tanto para o processo de extrusão como o de injeção. Na extrusão de filmes tubulares é produzido um tubo bastante espesso de cima para baixo. Quando esse tubo, conhecido como *parison*, atinge um comprimento pré-determinado, o parafuso (estrutura interna da extrusora) para e o *parison* é envolvido por duas metades de um molde que se fecham completamente. O *parison* é insuflado tomando a forma da parte interna do molde.

Quando o material plástico resfriar o necessário para que a peça mantenha sua forma o molde e abre e a peça formada é recortada. Nesse processo formam-se aparas (restos de plásticos em torno do artefato) que são recortadas e geralmente retornam ao processo produtivo. Essa ação é conhecida como pré-reciclagem e será mencionada posteriormente no texto. A garrafa de água mineral sem gás é um exemplo de embalagem produzida a partir desse processo de transformação. O processo de moldagem de sopro utilizado em conjunto com a injeção é bastante empregado na produção de garrafas plásticas, onde inicialmente é produzida a preforma por injeção e depois sofre uma moldagem por sopro. As garrafas de bebidas carbonatadas (garrafas PET) são exemplos de produtos concebidos a partir desse processo.

✍ **Termoformagem:** é um processo simples onde uma chapa de um determinado termoplástico é aquecida até a sua temperatura de amolecimento para ser pressionada contra os contornos de um molde. O termoplástico fica em contato com o molde, que sofre resfriamento, visando a recuperação inicial da sua rigidez. Por esse processo são produzidos, potes de margarina, iogurte, bacias, etc.

✍ **Calandragem:** o termoplástico é prensado por meio de rolos aquecidos. Nesse processo são produzidas folhas plásticas que podem ter a sua espessura controlada pela distância ajustável entre os rolos.

Todos esse processos de transformação são mecânicos e corroboram com a enorme flexibilidade que a matéria termoplástica possui. Os plásticos usados para processos de transformação são conhecidos como plásticos de engenharia, apresentando módulo elástico elevado às temperaturas relativamente altas, com ampla oportunidade de substituição dos materiais antes utilizados na produção de artefatos. Em síntese podemos dizer que esse sucesso depende de várias características que os plásticos possuem, onde destacamos:

- ✍ peso reduzido;
- ✍ facilidade de fabricação e processamento;
- ✍ eliminação de tratamento anticorrosivo;
- ✍ alta resistência a impacto;
- ✍ bom isolamento elétrico;
- ✍ menor custo energético de fabricação e transformação;
- ✍ custo de acabamento reduzido;
- ✍ resistência à oxidação e a intempéries.

Os principais termoplásticos encontrados no pós-consumo e que se originam de uma preparação por poliadição são: PE, PP, PS e PVC. O PET, considerado o plástico de uso geral mais conhecido, é um poliéster linear, derivado de uma preparação por policondensação. As principais características desses plásticos estão descritas a seguir.

O PE, ou melhor, o polietileno pode ser encontrado em três formas principais: o PEBD, o PEAD e o PEBDL. O polietileno de baixa densidade (PEBD) foi o precursor da família dos polietilenos, tendo sido obtido acidentalmente durante uma experiência do Dr. A. Michels, na Imperial Chemical Industrial Ltda., em 1933, quando pressurizava uma bomba de 3000 atmosferas ocorreu um vazamento. Tentando retornar à pressão original, ele adicionou mais etileno ao sistema e notou a presença de um pó (polietileno). Foi constatado posteriormente que o oxigênio havia catalisado a reação. A Imperial foi pioneira na produção de PEBD, em 1939, empregando o processo de polimerização na fase gasosa, a altas temperaturas (300°C) e a pressões elevadas. Já em 1955 foi produzido pela primeira vez o PEAD ou o polietileno de alta densidade, com catalisadores organometálicos de Ziegler-Natta, empregando o processo de polimerização na fase líquida, em temperaturas mais baixas e pressões próximas à pressão atmosférica. Na década de 70, a Union Carbide introduziu o polietileno de baixa densidade linear (PEBDL), utilizando tecnologia própria de fase gasosa.

Os PE's não apresentam boa barreira a gases como oxigênio, nitrogênio e gás carbônico. O PEAD branqueia quando é esticado ou dobrado, é inquebrável, impermeável e flutua na água, pois tem densidade entre 0,94 g/cm³ a 0,97 g/cm³. É comumente identificado pelo número 2. É usado na fabricação de frascos, garrafas, bombonas, tampas, baldes, caixas de engradado, sacolas de supermercado.

O PEBD é identificável pelo número 4 e também flutua na água (densidade entre 0,92-0,94). É usado em embalagens plásticas flexíveis, tais como filmes plásticos, utensílios domésticos, brinquedos, ampolas de soro, saquinhos de leite e sacolas. O PEBDL é intermediário entre os PE's anteriores.

O Polipropileno, ou PP surgiu dos trabalhos da Natta, na Itália, em 1955, utilizando o sistema de catalisador de Ziegler. Apresenta densidade da ordem de 0,90 g/cm³, boa barreira para vapor de água, média barreira para gases, boa resistência à gordura e a produtos químicos. Entretanto, é sensível à oxidação, a

altas temperaturas, conserva o aroma e é resistente a mudanças de temperatura. Caso não seja protegido, degrada pela ação da luz UV e por agentes ionizantes. O polipropileno é usado na produção de copos de água mineral, de embalagens de massas e biscoitos, de frascos de xampu, de potes de margarina, de potes e de bandejas, entre outros. Identifica-se pelo número 5, impresso nos produtos onde se utiliza o PP como matéria-prima, branqueia quando dobrado ou esticado e possui alto brilho superficial.

A polimerização do estireno foi observada em 1939, quando um produto sólido foi obtido pelo aquecimento desse monômero (MANO, 1991). As primeiras patentes datam de 1911 e a produção comercial do Poliestireno (PS) teve início em 1930. Foi com o PS que H. Staudinger desenvolveu a teoria da polimerização como sendo uma reação em cadeia. O PS é um material rígido e com baixa resistência ao impacto e à flexão. O PS puro é transparente e conhecido popularmente como PS cristal. É usado em utensílios domésticos, embalagens rígidas para cosméticos, potes de iogurte e sorvete, aparelhos de barbear, bandejas, copos e potes, sendo identificado pelo número 6. A sua densidade é da ordem de $1,04 \text{ g/cm}^3$ a $1,10 \text{ g/cm}^3$, não flutuando na água, nem possuindo ruído metálico ao cair (MANO, 1991).

Existem outros polímeros relacionados ao poliestireno. Um deles é o PSE (poliestireno expandido), conhecido pela marca registrada Isopor. Tem baixo peso, capacidade de revestimento e de isolamento térmico como suas principais propriedades. Sua densidade varia conforme a formação da estrutura celular, na faixa de $0,02 \text{ g/cm}^3$ a $0,30 \text{ g/cm}^3$. É feito da seguinte forma: quando o PS está derretido o líquido misturado a ele, geralmente o pentano, entra em ebulição, formando bolhas de gás dentro do plástico fundido. O pentano é o agente expensor, responsável pelas bolhas. Durante muito tempo se usou o cloro-fluor-carbono (CFC). As bolhas tornam o PSE um isolante acústico, elétrico e térmico, justificando sua aplicação para esses fins. Mas, ele é usado também em bandejas para carnes, frutas e fatiados, filmes para proteger peças frágeis e sensíveis, entre outras aplicações. (Mano, 1991 e Albuquerque, 1999) Além do PSE, existem outros polímeros como o HIPS, poliestireno de alto impacto, muito utilizado na fabricação de descartáveis (CARVALHO; HEMAIS, 1996), originados do poliestireno.


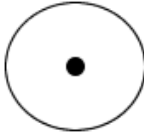

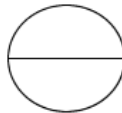

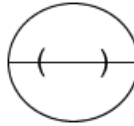
O PVC ou V (policloreto de vinila ou cloreto de polivinila) é a segunda resina plástica mais vendida, perdendo apenas para o PE. Suas aplicações são amplas, como sua versatilidade em propriedades, sendo a indústria de construção

civil seu mercado mais significativo. No segmento de embalagens, o PVC é usado em filmes plastificados esticáveis, muito usados como envoltório de produtos 'in natura' em supermercados. Como embalagem rígida, o PVC é empregado como chapa para termoformação de bandejas, frascos, garrafas de água mineral, óleo vegetal, cosméticos e produtos de limpeza e de higiene pessoal. Dentre as vantagens mais significativas do PVC, no segmento de embalagens, estão a elevada transparência, a permeabilidade a gases e a versatilidade na produção de embalagens de todos os tipos e formas. Sua densidade é de $1,39 \text{ g/cm}^3$ e seu código numérico é 3. Ele branqueia ao ser esticado ou dobrado.

O PET – Poli (Tereftalato de Etileno) é o plástico de uso geral, extremamente popular, devido ao seu uso em garrafas de refrigerante e de água com gás. Seu principal diferencial é o fato de não perder o gás carbônico armazenado nele. Desse modo, é o plástico que revolucionou o mercado de embalagens de bebidas carbonatadas. Descoberto em 1941 pelos químicos Whinfield e Dickson, não causou grande impacto nessa época. Só na década de 70, com o desenvolvimento pela DuPont – 1973 do seu uso no fabrico de garrafas por injeção e sopro, é que começou a ser reconhecido. Nos anos anteriores já era usado em fibras têxteis, tendo chegado ao Brasil em 1989. Tem resistência mecânica, térmica e química, pode ser transparente e translúcido. Afunda na água por apresentar valores de densidade entre $1,33$ e $1,45 \text{ g/cm}^3$, é inquebrável e impermeável.(Albuquerque, 1999) Além dos usos mencionados anteriormente, o PET pode ser usado no fabrico de embalagens de refrigerantes, de óleo vegetal, suco, molhos, cosméticos, bandejas para uso em fornos comuns e de microondas, entre outros.

Observando as características dos plásticos descritos nos parágrafos anteriores é perceptível que não há facilidade no que tange à sua identificação. A norma ABNT – NBR 13.230 (1994) classifica os plásticos através de um símbolo com numeração, determinando que essa simbologia deva estar presente no artefato produzido com plástico. Porém se observarmos os produtos consumidos, nem todas as empresas se adequaram a essa norma. Outra forma de identificar uma embalagem pode ser feita por meio da observação do formato do fundo da embalagem versus a simbologia definida na NBR 13230. O formato do fundo de um frasco, garrafa ou outro tipo de recipiente é decorrente do processo de transformação utilizado no fabrico do mesmo. No processo de injeção há um ponto







bastante visível na embalagem que é por onde o plástico fundido foi injetado no molde. Na extrusão há uma linha nítida no fundo do frasco decorrente do corte que o *parison* sofre após ser insuflado no molde. No Quadro 4 apresentamos essa forma de identificação.

Simbologia	Tipo de plástico	Formato do Fundo
	Poli (tereftalato de etileno)	
	Polietileno de alta densidade	
	Poli (cloreto de vinila)	

Fonte: A autora (2005).

Quadro 4: Relação entre a simbologia e o formato do fundo de embalagens.

No Quadro 5, é apresentado um resumo sobre as principais características dos termoplásticos mais encontrados no pós-consumo que podem ser utilizadas para a identificação dos mesmos. Já o Quadro 6 apresenta relações conhecidas dos plásticos utilizados na fabricação de alguns produtos. Pode-se constatar uma gama de combinações possíveis para o fabrico de produtos com plásticos, isto é, frascos podem ser feitos com a maioria dos plásticos apresentados. Se não houver uma identificação correta e adequada sobre o tipo de plástico utilizado no fabrico do produto haverá problemas e até mesmo inviabilização do processo de reciclagem.

Identificação o numérica – Símbolo	Visual	Tempera- tura de fusão (°C)	Propriedades Físico- químicas	Densidade (g/cm ³)	Inflamabilidade (queima/odot)
 PET	Incolor, transpa- rente e opaco	255	Alta resistência mecânica e química, transparência e brilho	1,33– 1,45	Queima razoavelmente rápida, com chama amarela fuliginosa/odor adocicado
 PEAD	Incolor, opaco	130	Alta rigidez e resistência	0,94 –0,98	Queima lenta, chama azul com vértice amarelo, com odor de vela e pinga como vela
 PVC	Incolor, transpa- rente, branqueia q ^{do} estirado ou dobrado	PVC rígido 210 PVC flexível 150	Alta resistência à chama	1,38-1,45 1,19-1,35	Queima difícil, com carbonização e chama amarelada com toques verdes/ com odor de cloro
 PEBD	Incolor, translúcido a opaco	105	Alta flexibilidade e boa resistência mecânica	0,89-0,93	Queima lenta, chama azul com vértice amarelo, com odor de vela
 PP	Incolor, opaco, branqueia q ^{do} estirado ou dobrado	165	Boa resistência a choques, alta resistência química	0,85-0,92	Queima lenta, chama amarela, com odor agressivo
 PS	Incolor, transpa- rente	230	Grande rigidez; baixa resistência a choques ou riscos; transparência	1,04-1,08	Queima rápida, chama amarela/laranja, com odor de Estireno

Fonte: A autora (2005).

Quadro 5: Características utilizadas na identificação dos principais termoplásticos encontrados no pós-consumo.

Produto	Tipo de Plástico
Baldes, garrafas de álcool, bombonas	PEAD
Condutores para fios e cabos elétricos	PVC, PEBD, PEAD, PP
Copos de água mineral	PP e OS
Embalagens de massas e biscoitos	PP, PEBD
Frascos de detergente e produtos de limpeza	PP, PEAD, PEBD e PVC
Frascos de xampu e artigos de higiene	PEBD, PEAD, PP
Garrafas de óleo	PET (rótulo PEBD e tampa PP)
Garrafas de refrigerante	PET (rótulo PEBD, tampa PP e retentor EVA)
Potes de margarina	PP
Sacos de adubo	PEBD
Sacos de leite	PEBD
Sacos de lixo	PEBD, PEAD, PVC
Sacos de rafia (estopa)	PP

Fonte: Adaptado de D'Almeida (2000).

Quadro 6: Tipos de Plásticos Utilizados na Fabricação de Alguns Produtos.

Ressaltamos que pode ser observado nos exemplos descritos na tabela acima a possibilidade de produção de embalagens, utilizando-se plásticos distintos. Essa ação é um dos complicadores para os triadores e recicladores quando há necessidade de reutilização e de reciclagem dos mesmos. No exemplo dos frascos de detergente e de produtos de limpeza, é visível essa possibilidade, em que o fabricante de embalagens pode optar por tipos de plásticos variados no fabrico geralmente observando apenas o custo da matéria-prima e da adaptação das máquinas. Outro exemplo podem ser as garrafas de refrigerantes, em que em uma única embalagem encontramos quatro tipos diferentes de plásticos. No Quadro 7, apresentamos os plásticos mais presentes hoje na massa de resíduos e os seus vários usos.

SIGLAS	USOS
PET	Fibras têxteis; frascos de refrigerantes e de água mineral, cosméticos, remédios, xampus, vinagres, detergentes, óleos comestíveis e outros; mantas de impermeabilização; carcaças de bombas; componentes para eletrodomésticos; e outros.
PEAD	Tampas; baldes, pás de lixo e outros utensílios domésticos; vasilhames de alimentos; frascos em geral; componentes de eletrodomésticos; garrafas de leite e iogurtes; brinquedos; sacos de lixo e de supermercado; tubulações de água e gás; cabos coaxiais e de comunicação; e outros.
PVC ou V	Tubulações de água e esgoto; tubos flexíveis; cortinas; divisórias; carpetes; persianas; frascos para adoçantes; filmes transparentes para embalar alimentos; revestimentos de cabos elétricos; lonas; calçados; esquadrias; papel de parede; couro sintético; piscinas montáveis; capas de chuva e outros.
PEBD	Sacos de supermercado e de lixo; frascos flexíveis; utensílios domésticos; adesivos; cabos e fios; filmes para estufas agrícolas; plastificação de papéis; e outros.
PP	Frascos; vasilhames para água mineral, refrigerantes, sucos e outros; potes de produtos alimentícios; componentes de eletrodomésticos; fibras têxteis, carpetes; filmes para embalagens; produtos moldados para peças automotivas; dutos de ventilação; tampas de garrafa de refrigerantes; utensílios médicos; copos; brinquedos; equipamentos desportivos; seringas descartáveis; e outros.
PS	Copos descartáveis para água e café; utensílios domésticos rígidos; indústria de eletrodomésticos; aparelhos de som e TV; e outros.
Outros	Há uma infinidade de outros plásticos. Dentre eles destacam-se: <ul style="list-style-type: none"> ? Policarbonato (PC): CD's e DVD's; mamadeiras; capacetes e escudos de segurança e outros. ? Acrilonitrila-Butadieno-Estireno (ABS): resina termoplástica utilizada em freios de automóveis, eletrodomésticos, aparelhos telefônicos e outros.

Fonte: Adaptado de Saldanha e Ludwig (2001).

Quadro 7: Uso dos plásticos mais presentes nos dias atuais na massa de resíduos.

Recomendo que exista no local de triagem um quadro mural com exemplos de embalagens e sua respectiva identificação segundo a norma da ABNT.

2.7.2 Reciclagem de Plásticos

O plástico é produto e resíduo decorrente da necessidade humana de produção, estando presente em maior escala na massa de resíduos em países onde o modelo econômico capitalista é predominante. Prova disso é o que descreve Reinfeld (1994), quando considera o plástico como o segundo refugo mais valioso na reciclagem comunitária nos Estados Unidos, no período de 1968 a 1993. Ele comenta que, nesses últimos 25 anos, a participação do plástico na corrente de rejeitos aumentou de 1% para 5% nos Estados Unidos. Assim, essa tendência se mantém nesse país e nos países que estão em desenvolvimento e seguem o modelo americano capitalista e de consumo, como é o caso do Brasil.

De acordo com estimativas da Abiplast e do Siresp (BRASILPLAST, 2003), baseadas na produção de 4,4 milhões de toneladas de matérias-primas e de 3,78 milhões de toneladas de produtos transformados em 2000, com faturamentos de 3,9 bilhões e 9,8 bilhões de dólares, respectivamente, o Brasil é hoje o sexto maior produtor e o sétimo maior consumidor de plásticos do mundo, absorvendo 2,8% do total da demanda. Mas o consumo *per capita* ainda é muito baixo. Nesse quesito, estamos em 22º lugar no ranking internacional, com um índice de 21 kg anuais por habitante. No caso dos polietilenos, por exemplo, os brasileiros consomem apenas 7 kg por ano, em comparação com 44 kg dos EUA, 36 kg da Europa e 10,7 kg da Argentina. No campo do PET (polietileno tereftalato), a demanda total do país é um pouco mais representativa, correspondendo a 4,8% do mercado mundial, avaliado em 7,5 milhões de toneladas no ano de 2001. Mas o consumo *per capita* brasileiro desse produto é ainda menor do que o de poliestireno, atingindo apenas 2 kg anuais por habitante, em comparação com os 7 kg da Itália e os 4 kg da Argentina.

Dados publicados pelo CEMPRE (2004) apresentam médias da participação por tipo de resíduos plásticos consumidos em seis Estados brasileiros. Na Tabela 4 são apresentados esses resultados com a média brasileira de consumo.

Tabela 4: Participação por tipo de resíduo plástico consumido em seis Estados Brasileiros e média Nacional.

Resíduo Plástico	Bahia (%)	Ceará (%)	Minas Gerais (%)	Grande São Paulo (%)	Rio de Janeiro (%)	Rio Grande do Sul (%)	Brasil (%)
PET	2.1	0.1	14.3	7.3	44.4	21.0	14.9
PEAD	17.6	23.4	15.2	13.3	12.0	7.0	12.6
PVC	-	4.9	0.2	12.2	10.1	7.0	9.2
PEBD/PEDLBD	69,9	10.5	46.3	32.1	0.9	27.0	30.9
PP	7.4	59.9	13.5	13.6	6.8	16.0	15.3
OS	3.0	0.6	7.9	16.4	1.8	4.0	9.9
OUTROS	-	0.6	2.6	5.1	4.0	18.0	7.2
Total	100.0	100.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Fonte: CEMPRE (2004).

Com relação ao consumo de PET, este tem crescido nos últimos anos no Brasil. O Quadro 8 apresenta o consumo para embalagens PET entre os anos de 1994 a 2001 no Brasil.

Ano	Consumo de PET (toneladas)
1994	80.000
1995	120.000
1996	150.000
1997	185.700
1998	223.600
1999	244.800
2000	255.100
2001	270.000

Fonte: Plástico no Brasil, março 2000; Plástico Moderno, dez/jan (2001); Anuário Brasileiro do Plástico (2001).

Quadro 8: Incremento do consumo de PET para embalagens no Brasil.

Há plásticos que apresentam características e/ou aplicações que facilitam o seu reconhecimento dentre a massa de resíduos sólidos produzidos diariamente, como é o caso do PET. Atualmente, as embalagens e a maioria dos materiais plásticos vêm com indicação do tipo de plástico que os compõem. Os plásticos do tipo PET são do tipo 1. No Brasil, a taxa de consumo da embalagem PET tem mantido índices constantes nos últimos anos. Na análise do Quadro 8, percebe-se que, de 1995 para 1999, o consumo de PET dobrou. O índice de reciclagem, no entanto, foi de apenas 15% dessa resina no Brasil. Nos Estados Unidos, chegou a 45% e no Japão foi de 40%, no mesmo período (LEON, 1998 p.12 e 13)

É perceptível que o problema da não-existência de política e de programas governamentais para a não-geração, para a minimização ou para a solução da falta de capacidade de se reutilizar os materiais reside na premissa do consumo irresponsável, advindo do modelo econômico predominante. Com relação à reutilização e à reciclagem, a dificuldade situa-se na existência de inúmeras variedades (existem mais de 50 tipos de plásticos), as quais consistem de diversos produtos químicos de propriedades físicas e mecânicas diferentes. Muitos desses compostos têm a mesma aparência, entretanto não são intercambiáveis. Outro aspecto importante está relacionado à contaminação que os resíduos plásticos podem sofrer quando não há uma separação na fonte e sem uma coleta seletiva adequada. Em alguns casos, a não-existência dessas ações torna inviável a reciclagem mecânica dos plásticos.

Outro plástico bastante presente no pós-consumo, mas que não tem a vantagem da identificação que o PET apresenta, é o polietileno de alta densidade (conhecido como PEAD ou HDPE), que é tanto usado na produção de filmes como também na fabricação de grandes recipientes industriais em moldagem por sopro. Segundo Almada (1996) o polietileno foi o plástico mais vendido no mundo no início dos anos noventa. Isso ocorreu, principalmente pela grande versatilidade desse material. É facilmente reprocessado, não é tóxico, além de outras características que possui. É muito utilizado na produção de vasilhames de leite, sucos, água, detergentes e óleo, bem como em outros líquidos. Outras utilizações importantes estão em embalagens de produtos de uso doméstico de alta qualidade, moldados por injeção, garrafas industriais, recipientes para alimentos e caixas para transporte (ALBUQUERQUE, 1999). Se for reciclado, ele pode ser transformado em objetos como vasos de plantas, latas de lixo, cones de trânsito e caixas para a coleta

domiciliar. Algumas garrafas de detergente, nos Estados Unidos são feitas com 30% de HPDE reciclado. Segundo especialistas, uma tonelada de lixo de PEAD limpo valeu de US\$ 150 a 600, nos Estados Unidos, em meados de 1993 –1994 (REINFELD, 1994).

Outras características importantes da maioria dos plásticos são a sua leveza e o seu volume. A maioria dos plásticos é leve, porém volumoso. Como resultado disto, os plásticos constituíram 7% do refugo por peso produzido numa casa nos Estados Unidos, mas representaram 30% de seu volume naquele período (REINFELD, 1994). Da mesma forma que ocorre nas embalagens constituídas de metais (latas), grande parte do volume é constituído por ar aprisionado. Assim, geralmente o primeiro passo no processamento do plástico nas estações de transferência ou usinas de triagem é retalhá-los de forma que possa ser facilitado seu enfardamento e seu transporte. Também no processamento, o plástico é moído e os rótulos, a sujeira e as tampas são retiradas. Aqui, mais uma vez, a contaminação ou a má gestão e operacionalização dessa etapa do processo podem fazer com que os materiais plásticos tornem-se inúteis.

Até recentemente os plásticos usados em recipientes de bebidas fundiam-se a baixas temperaturas e começavam a degradar-se à medida que a temperatura subia. Portanto, não podiam ser reutilizados para alimentos, pois as baixas temperaturas não destruíam as bactérias. Porém, pelo fato de eles se fundirem, podem ser remoldados (com uma perda, entretanto de qualidade) numa série de itens utilizáveis (CANTO, 1995). Atualmente, esses velhos recipientes de alimentos estão sendo transformados em capachos, latas de lixo, cordas, buchas de limpeza, materiais fibrosos e de enchimento, pranchas moirões de cerca e itens de mobiliário. Alguns desses produtos moldados em mobiliário parecem madeira natural e são mais difíceis de se deteriorar e de se deformar que o produto verdadeiro. Como moirões de cerca, a ausência de capacidade de biodegradação é uma grande vantagem; eles durarão mais do que o aço ou as madeiras tratadas.

Por meio do reuso ou da reciclagem, os plásticos podem ser reutilizados ou reaproveitados com a ajuda de diferentes métodos. Se um reaproveitamento econômico não for possível, podem-se queimar vários tipos de plásticos, em condições adequadas, visando à obtenção de energia. Mas, para plásticos que contêm cloro, como o PVC, por exemplo, ou flúor; como o PTFE (mais conhecido como Teflon), os gases resultantes da queima são tóxicos. No Estado do Rio Grande

do Sul, todas as alternativas que visam à destruição efetiva dos resíduos (incineração, gaseificação, co-processamento), diferentemente de outros estados e países, estão proibidas, o que significa que os resíduos sólidos gerados, e que não são passíveis de reuso ou reciclagem, têm como destino a deposição no solo, em locais adequados ou em lixões.

Para se definir o procedimento mais adequado para a reutilização ou eliminação dos produtos plásticos, depende de sua caracterização, de maneira que seja possível reconhecer, no reaproveitamento, a partir de qual plástico o produto foi produzido (MICHAELI, 1995). Assim, seria possível, por exemplo, eliminar materiais críticos antes da queima ou selecionar os materiais a serem fundidos por tipo de plásticos para seu reaproveitamento adequado.

Considerando também as formas de classificação de resíduos mais empregada, pode-se definir que a maioria dos plásticos podem ser classificados como sólidos inertes e podem ser de origem residencial, comercial, industrial, hospitalar, pois são utilizados em diversos campos. Esse tipo de classificação não contribui para uma destinação adequada aos resíduos, em especial ao plástico, pois, dessa forma, mesmo entre especialistas na área, os resíduos plásticos, considerados sólidos inertes, figuram como não-poluentes, e assim não são considerados prioritários no momento de definir-se um programa municipal de gerenciamento de resíduos sólidos.

2.7.3 A Reciclagem de Plásticos no Brasil

A reciclagem trata o plástico pós-consumo como matéria-prima, gerando a possibilidade de criação de novos produtos e trazendo benefícios para a população. Como benefícios que resultam da reciclagem de plásticos, podem ser citados os seguintes:

- diminuição da quantidade de resíduos enviados aos lixões;
- diminuição do consumo de energia;
- contribuição para a limpeza da cidade;
- conscientização dos cidadãos a respeito do destino dos resíduos e do valor que eles possuem; e
- geração de empregos.

Mesmo assim, o índice de reciclagem de plástico em 2000 ficou em torno de 12% (BORGES, 2000) em relação ao que é produzido, o que é considerado um valor ainda muito baixo. Estima-se que em 2010 o índice de reciclagem de plásticos passará a ser de 30% (FERRO, 2002). Nessa época, as empresas recicladoras de plástico mal conseguem sobreviver em um mercado em que o produto é bitributado, e em que o fornecimento constante e seguro de matéria-prima pós-consumo para ser reciclada não é confiável. Dessa forma, algumas empresas, para continuar no mercado, são obrigadas a viver quase que na clandestinidade. Acresce o fato de algumas empresas serem atraídas, sem nenhum conhecimento técnico, para entrar no mercado de reciclagem, pelo fato de o lixo poder ser uma matéria-prima de custo zero, o que não é verdade. Entretanto, os custos de produção são elevados, o que pode levar ao fechamento da empresa, uma vez que muitas empresas não sobrevivem no mercado mais que dois anos.

A reciclagem de resíduos, no Brasil, enfrenta muitos problemas, o que faz que ela não tenha deslanchado. Em uma reportagem realizada pela revista Plástico Moderno (SINO RETO, 2001), foi apresentado o censo realizado por essa organização em 2000, identificando dois obstáculos para a expansão da atividade: a tributação sobre o material reciclado, que cultiva a informalidade, e a falta de sistemas de coleta seletiva, fonte de material limpo e descontaminado de resíduos orgânicos. Não é à toa que prolifera a informalidade: reciclar sai caro. O IPI pago pelo plástico reciclado superava o do virgem, em agosto de 2000, quando o Governo Federal decidiu baixar a taxa de ambos para 5%. Ainda assim a injustiça permanece, pois outros materiais recicláveis, como o vidro e o alumínio, são totalmente isentos.

Além disso, o material reciclado paga novamente o ICMS já recolhido na comercialização do produto que o originou. A área tributária do governo entende que quando uma resina pós-consumo segue para o processo de reciclagem, inicia-se outro ciclo industrial (BRIONES apud SINO RETO, 2001).

Essa briga junto ao governo perdura há longo tempo e até despertou suspeitas nos recicladores de conluio entre os produtores de resinas para agir nos órgãos governamentais, de modo a manter o tributo para as resinas recicladas, favorecendo a maior demanda do produto virgem. Percebe-se, também, a não-existência de qualquer interesse das petroquímicas em diminuir a competitividade da resina virgem, pois o consumo *per capita* brasileiro ainda é muito baixo, favorecendo o mercado com crescimento da ordem de 50% acima do PIB.

O ideal seria isentar o plástico reciclado de tributos, já que para estimular a reciclagem é preciso recuperar o imposto que é simplesmente jogado fora na resina reciclada. Segundo Kapaz (2001), deveria existir no Brasil o conceito de “empresa exclusivamente recicladora” e para essa deveria haver a isenção de impostos, acabando com a bitributação, auxiliando tanto o catador que poderá obter mais lucro com a venda de materiais reciclados, como a indústria que pagará mais barato pela matéria-prima. Essa é uma idéia que não foi colocada em prática e atualmente o cenário da bitributação perdura. Assim, para ocorrer o desenvolvimento da reciclagem de plásticos, algumas questões básicas devem ser resolvidas, entre as quais as mais importantes estão apresentadas no Quadro 9.

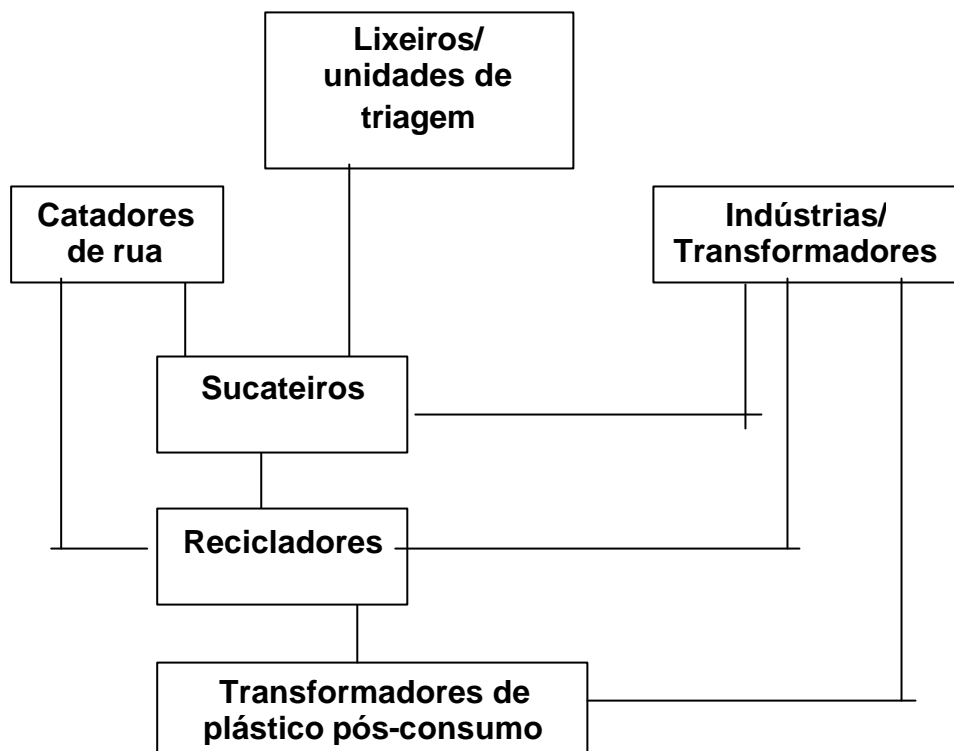
Outro fator importante na comparação do uso de matéria-prima virgem e/ou reciclada vem dos estudos de análise de ciclo de vida. Esses estudos demonstram que quanto maior o índice de reciclagem maior é a redução dos resíduos sólidos, dos níveis de emissão para o ar e a água e do consumo de energia, água, petróleo e gás natural (SPINACÉ; DE PAOLI, 2005). Segundo Arena; Mastellone e Perugini (2003) em 2001 foi realizado um estudo na Itália de análise de ciclo de vida de embalagens recicladas de PET e de PE. Os resultados demonstraram que para a produção de 1 kg de *flakes* de PET reciclado são consumidos entre 42 e 55 MJ de energia, enquanto que para a produção do polímero virgem são necessários mais de 77 MJ. Para o polietileno (PE) reciclado são necessários de 40 a 49 MJ, enquanto que para a produção do polímero virgem são necessários em média, 80 MJ de energia.

Questão a ser resolvida	Explicação
Incentivo fiscal	O Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI foi cobrado em percentual superior no caso de plásticos reciclados (12% x 10% para a embalagem confeccionada a partir de matéria-prima virgem). No 2º semestre de 2000, foram equiparados os impostos mencionados. A tendência foi a de que, em 2001, houvesse uma redução no imposto pago pelo reciclador (Sino Reto, 2000). Isso não ocorreu. A partir de 2002 o plástico pós-consumo foi taxado em 15% de IPI para o PET e 5% para os demais.
Aquisição de matéria-prima	A falta de um gerenciamento integrado do lixo prejudica o fornecimento de material a ser reciclado com uma frequência necessária para a produção não parar.
Qualidade da matéria-prima	Normalmente, os materiais fornecidos por catadores, sucateiros ou atravessadores para as recicladoras não apresentam homogeneidade. A perda relacionada à quantidade de material fornecido e a quantidade de material que realmente vai ser reciclado chegaram a 40%, isso no caso dos recicladores que trabalham com material oriundo de "lixão".
Tecnologia	A falta de tecnologia causa problemas, como por exemplo: gastos excessivos de energia e de água e altos custos ligados à produção. Muitas empresas fecham antes de completar 2 anos no mercado.
Qualidade do material reciclado	Alguns produtos entram no mercado sem qualidade, o que conduz a desconfiças na aquisição. Isso, também, vem prejudicar a imagem das empresas do ramo que trabalham seriamente.
Mercado consolidado	Há poucos mercados diferenciados para materiais reciclados.

Fonte: Adaptado de Pacheco e Hemais (2000).

Quadro 9: Relação de alguns pontos cruciais para o desenvolvimento da reciclagem de plásticos.

Considerando também o fluxograma apresentado na Figura 10, pode-se observar que existem vários caminhos que podem ser percorridos pelo plástico até sua reciclagem.



Fonte: Adaptado da Revista Plástico Moderno (2001).

Figura 10: Fluxo comercial da reciclagem de plástico e seus agentes.

O fluxo apresentado na Figura 10 não traduz por completo o sistema da reciclagem de plásticos, mas apenas relaciona os principais agentes envolvidos com a sua comercialização atualmente – esse fluxo pode representar um dos subsistemas envolvidos. Destaca-se a importância dos atores em qualquer sistema e nos seus subsistemas, pois são eles os elos intra e entre os subsistemas que compõem o sistema e assim depende deles o êxito ou não de qualquer atividade empreendida pelo homem. Nesse contexto, é importante descrever algumas características inerentes a esses agentes.

Para os catadores de rua, ou simplesmente para o catador, pode-se dizer que as atividades a eles relacionadas geralmente são as seguintes:

- ? coleta os resíduos com valor econômico (plástico, metal, papel, vidros e outros);
- ? transporta os materiais coletados para um local onde fará a separação dos mesmos;

? prensa e enfarda, havendo condições, para a comercialização ao sucateiro e/ou para o reciclador.

Em 2000, a profissão de catador foi reconhecida no Brasil mediante sua inclusão na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). Nesse documento há uma descrição sumária dessa atividade: catam, selecionam e vendem materiais recicláveis como papel, papelão e vidro, bem como materiais ferrosos e não-ferrosos e outros materiais reaproveitáveis. O documento define também títulos de ocupação e sinônimos para a categoria, que são os seguintes:

Catador de material reciclável – catador e ferro-velho, Catador de papel e papelão, Catador de sucata, Catador de vasilhame, Enfardados de sucata (cooperativa), Separador de sucata (cooperativa), Triador de sucata (cooperativa) (CBO, 2000).

Os catadores geralmente estão em um estado não-organizado, trabalham em microescala, isto é, comercializam pequenas quantidades de materiais. Já os sucateiros, geralmente possuem melhores condições financeiras e locais de armazenagem, trabalhando com produção em macroescala. Geralmente se organizam em redes, que podem ser constituídas de pequenos sucateiros até de grandes cartéis. Quando isso ocorre são denominados intermediários ou atravessadores.

Quanto aos lixeiros ou às unidades de triagem, descritos na Figura 11, representam a coleta regular realizada pelo poder público municipal. Na maioria das cidades brasileiras essa coleta é terceirizada, em que a empresa responsável por coletar os resíduos pós-consumo utiliza instrumentos mecanizados, como, caminhões compactadores para coleta e transportes. Para a triagem, são empregadas as conhecidas usinas de triagem, providas de vários equipamentos, como por exemplo, funil dosador, esteira para separação, prensas, dentre outros.

Já os recicladores de plástico brasileiros, geralmente realizam, no início, um tipo de reciclagem denominada mecânica, transformando o resíduo plástico advindo do catador, e/ou da indústria de transformação e/ou do sucateiro em *pellet* (pedaços) e/ou em *flake* (flocos). Para agregar mais valor ao produto gerado, alguns recicladores realizam também o processo de transformação utilizando os *pellets* ou os *flakes* para gerar novos produtos que serão introduzidos no mercado. Esse tema

servirá para discussão nos próximos textos sobre as formas atuais de reciclagem de plásticos utilizadas pelo homem.

Da análise desse subsistema, percebe-se que, se não houver a contribuição de todos os atores (não apenas dos sucateiros...), a tendência é a da não-sustentação do sistema. Se o foco estiver apenas nos ganhos financeiros, sem levar em conta aspectos ambientais e sociais, ele contribuirá para o esgotamento de todo o sistema. Bons resultados a serem alcançados nesse setor também dependem de investimento em etapas anteriores e posteriores à reciclagem, ou seja, na coleta seletiva e no mercado para o produto reciclado. A atuação conjunta de governo, universidades, organizações não-governamentais e recicladores irá criar incentivos para a reciclagem no país, pois mais indústrias entrarão no ramo e, conseqüentemente, haverá uma concorrência sadia beneficiando a sociedade.

O fortalecimento das cooperativas ou associações de catadores também poderá auxiliar na logística do gerenciamento do lixo. Essas cooperativas são responsáveis por grande parte da separação de materiais que estão sendo reutilizados ou reciclados no Brasil. Se não houver uma gestão pública eficiente e comprometida com a inclusão social desses atores e não com o assistencialismo para os mesmos, a tendência é de que esses atores sejam explorados pelos sucateiros ou pelos intermediários, gerando não-interação e degradação de todo o sistema.

2.7.4 Aspectos Econômicos e Mercado no Brasil e no Estado do Rio Grande do Sul

Conforme Biddle, citado por Rolim (2000), o sucesso da reciclagem, na verdade, não depende só da quantidade de espaço de aterro que é economizado, importando sim se isso faz sentido econômico. O autor acrescenta ainda que, o ato de reciclar não se resume somente à questão de recuperar material reciclável, mas é um sistema econômico. Os fatores básicos que levam à sustentação econômica da reciclagem são os seguintes:

? existência de demanda de mercado para o resíduo;

- ? proximidade da fonte geradora com o local onde será reciclado o material;
- ? quantidade de material disponível e condições de limpeza;
- ? custo de separação, coleta, transporte, armazenamento e preparação do resíduo antes do processamento;
- ? custo do processamento e transformação do resíduo em novo produto;
- ? existência de demanda de mercado para o produto resultante da reciclagem;
- ? existência de tecnologia (processo) para efetuar a transformação do resíduo;
- ? conhecimento das características e aplicações do produto resultante (WIEBECK, 1997).

A avaliação dos nichos de mercado em que os plásticos atuam também é importante. Considerando que a maioria desses plásticos é destinada prioritariamente à fabricação de embalagens, seu tempo de vida útil é pequeno, ou seja, o tempo de obtenção da peça ou do produto, da colocação no mercado, da utilização e da sua deposição no lixo é de alguns dias.

Alguns plásticos, como, por exemplo, o poliestireno (principalmente o de alto impacto HIPS) e o polipropileno, disputam o mercado brasileiro de descartáveis (CARVALHO; HAMAIS, 1996), gerando produtos semelhantes com plásticos diferentes. Para o consumidor, isso traz vantagens, mas para a reciclagem pode tornar mais difícil o processo de separação por tipo de plástico. Na Tabela 5, é apresentado o volume e a taxa de crescimento dos termoplásticos (PEBD, PEAD, PS, PVC, PP e PET) utilizados no Brasil para a produção de embalagens no período de 1982 a 2002.

Tabela 5: Evolução do volume e da taxa de crescimento de termoplásticos no mercado brasileiro de embalagens.

Termoplásticos	1982		2002			
	Volume (10 ³ ton)	Valor (10 ⁶ US\$)	Volume (10 ³ ton)	Valor (10 ⁶ US\$)	Cresc. Volume (%)	Cresc. Valor (%)
PEBD	185	480	252	687	36	43
PEAD	24	80	247	1123	929	1.304
PS	15	65	33	164	120	152
PVC	43	140	34	129	-21	-8
PP	44	160	248	877	464	448
PET	-	-	364	1.162	-	-
Total	311	930	1.178	4.142		

Fonte: Datamark (2004).

Por meio desses dados podemos constatar que o PEAD e o PP apresentaram um incremento significativo tanto em volume como em valor. Como a resina PET começou a ser utilizada no Brasil em meados dos anos 90 não é possível realizar uma comparação semelhante à anterior para o PET. Mas é perceptível que ele apresentou informações semelhantes ao PEAD no período de 2002. Em relação ao PVC houve uma queda nos valores apresentados. O PEBD e o PS apresentaram um aumento nas taxas pouco significativo se comparados com o PEAD e o PP.

Com relação ao consumo de plásticos, pode-se dizer que o Brasil apresenta um baixo consumo *per capita*. Uma análise do consumo mundial de plásticos permite supor que essa indústria apresenta boas perspectivas de expansão no Brasil, uma vez que o consumo nacional é de cerca de 19 kg/habitante/ ano (CEMPRE, 1998). Em recente entrevista com o presidente da ABIPLAST, à revista Plástico Moderno (SINO RETO, 2001) descreve que o consumo de plástico no País está situado em 22kg/habitante/ano, enquanto nos Estados Unidos era de 155kg e na Bélgica de 173kg, há dois anos atrás. Na mesma entrevista, são apresentados os planos de expansão do setor de transformação do plástico, dizendo que, até 2008, estaremos transformando o dobro do volume atual, o que significa também consumir o dobro. Para isso, é preciso ter grande desenvolvimento no País, aumentando a riqueza de quem consome (SINO RETO, 2001).

O Centro de Tecnologia em Embalagem (CETEA), do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em Campinas, realizou uma pesquisa sobre tendências do setor de embalagens e um dos resultados foi a previsão de que o consumo de plásticos no Brasil crescerá de 2,7 milhões de toneladas, em 1996, para 4,3 milhões de toneladas, em 2005 (MADI; MÜLLER; WALLIS, 1998).

Segundo a ABIPLAST (2000), as embalagens lideram o mercado de plástico no Brasil, empregando 62.208 funcionários em 1.451 empresas. As previsões para 2010 são de que essa liderança continue ocorrendo também com um aumento da participação dos plásticos na produção de descartáveis. Na Tabela 6, é apresentada a participação dos plásticos (resina virgem) por mercado de aplicação no Brasil, considerando-se os setores que mais utilizam plásticos como matéria-prima.

Tabela 6: Participação dos plásticos por mercado de aplicação.

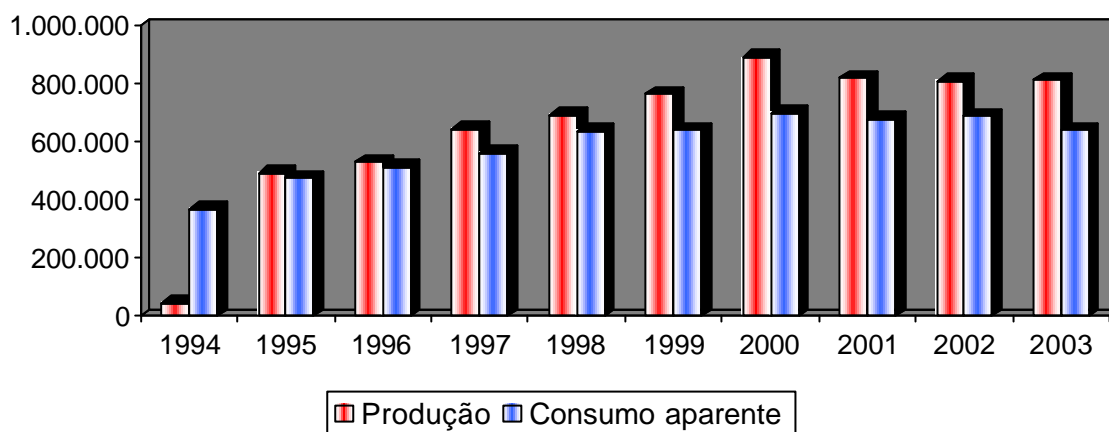
Setor	2000 (%)	Previsão para 2010 (%)
Construção Civil	14	16
Componentes Técnicos	10	12
Embalagens	46	48
Descartáveis	7	9,2
Agrícola	3	3

Fonte: Ferro (2002).

Conforme informativo do SIMPERGS (apud ROLIM, 2000), o valor da produção da indústria mundial de plásticos foi de US\$368 bilhões, em 1994. Os 32 países maiores produtores e exportadores do mundo foram responsáveis por 9,1% da produção total. Os maiores produtores foram: Estados Unidos, Japão e Alemanha. O Brasil foi o 12º produtor nesse período. Em 2000, já alcançou o sétimo lugar como produtor de plástico no mundo, conforme relatado anteriormente.

Os gráficos 5 a 11, comparam a produção e o consumo aparente no Brasil de alguns tipos de plásticos, por toneladas, nos anos de 1994 a 2003. É interessante notar que na maioria das vezes a produção e o consumo apresentam valores semelhantes. Isso ocorre porque o fabricante de resina brasileiro produziu e produz com base no mercado interno, pois apenas uma pequena parte da resina é destinada para exportação, caso haja sobra de produção (PLÁSTICO MODERNO,

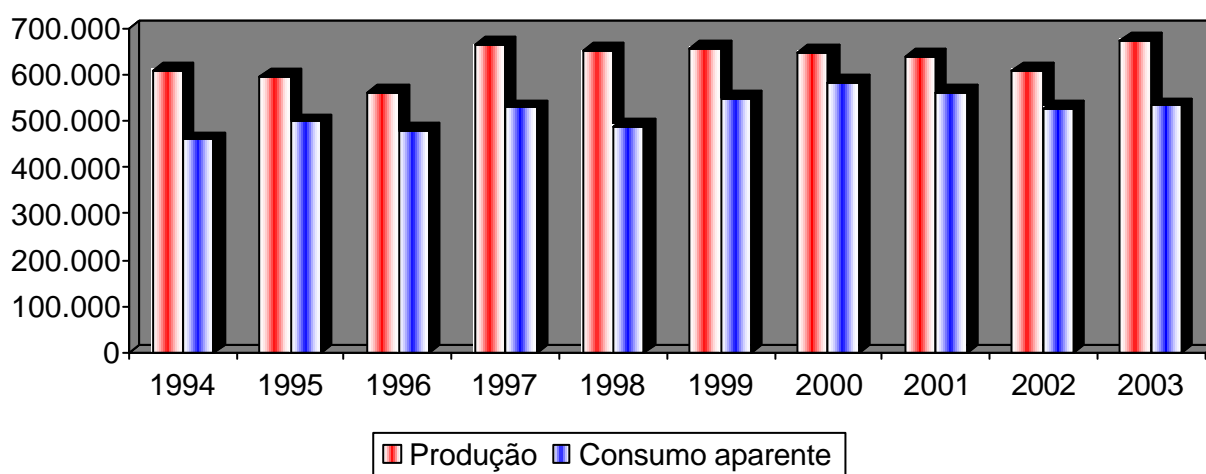
2001). Para o Polietileno de Alta Densidade (PEAD ou HPDE), a evolução da produção e do consumo aparente é da seguinte forma:



Fontes: O Plástico no Brasil 2000 - 2001, março 2000; Plástico Moderno, dez/jan 2001; Anuário Brasileiro do Plástico, 2001; Fairbanks, 2003 e Anuário Brasileiro do Plástico, 2004.

Gráfico 5: Evolução da produção e do consumo aparente do PEAD, em toneladas.

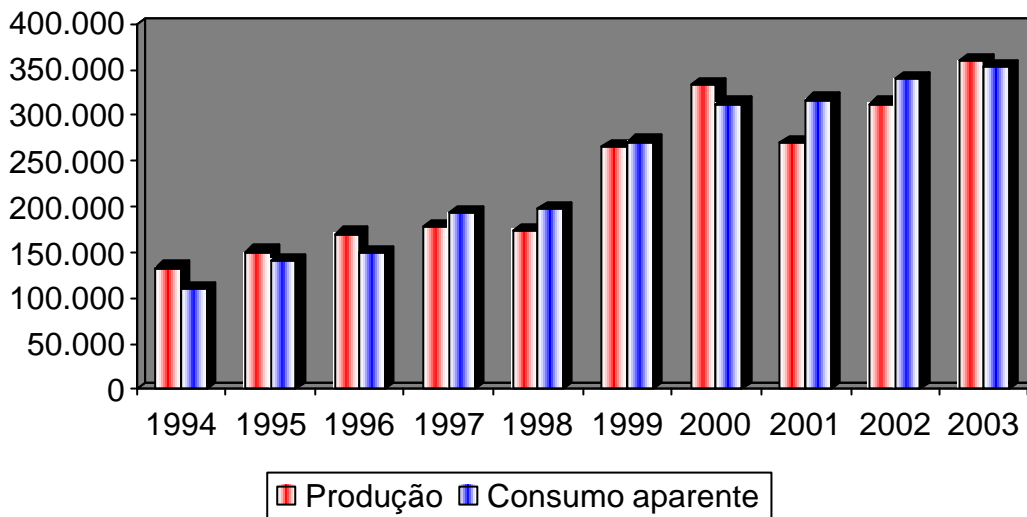
Para o Polietileno de Baixa Densidade (PEBD ou LPDE), a evolução é a seguinte:



Fontes: O Plástico no Brasil 2000 - 2001, março 2000; Plástico Moderno, dez/jan 2001; Anuário Brasileiro do Plástico, 2001; Fairbanks, 2003 e Anuário Brasileiro do Plástico, 2004.

Gráfico 6: Evolução da produção e do consumo aparente do PEBD, em toneladas.

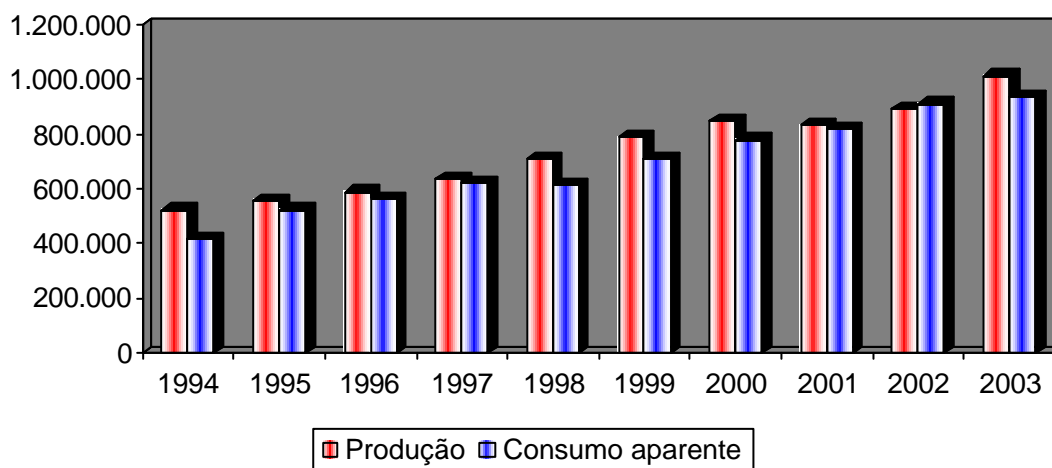
Para o Polietileno de baixa Densidade Linear (PEBDL), a evolução é a seguinte:



Fontes: O Plástico no Brasil 2000 - 2001, março 2000; Plástico Moderno, dez/jan 2001; Anuário Brasileiro do Plástico, 2001; Fairbanks, 2003 e Anuário Brasileiro do Plástico, 2004

Gráfico 7: Evolução da produção e do consumo aparente do PEBDL, em toneladas.

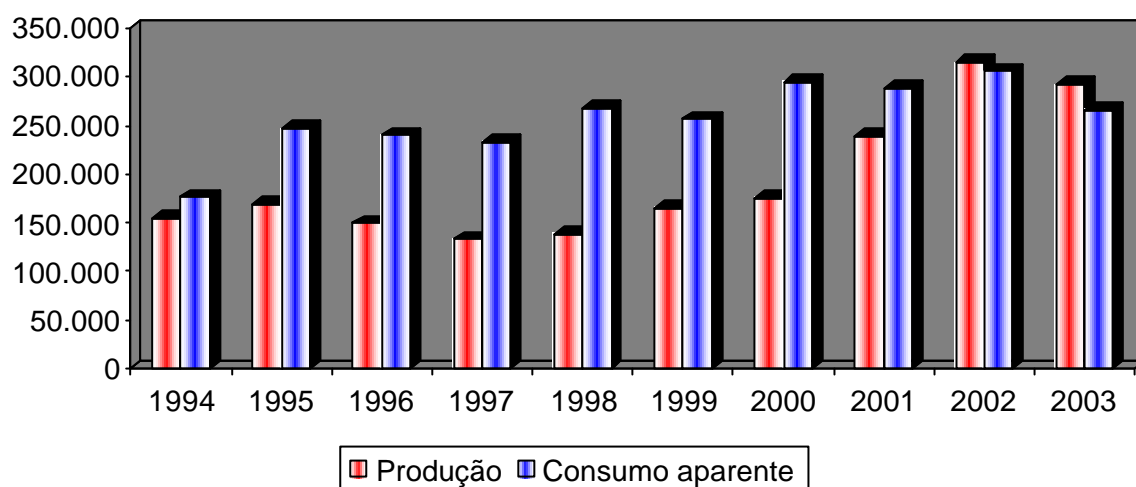
Para o Polipropileno (PP), a evolução é a seguinte:



Fontes: O Plástico no Brasil 2000 - 2001, março 2000; Plástico Moderno, dez/jan 2001; Anuário Brasileiro do Plástico, 2001; Fairbanks, 2003 e Anuário Brasileiro do Plástico, 2004.

Gráfico 8: Evolução da produção e do consumo aparente do PP, em toneladas.

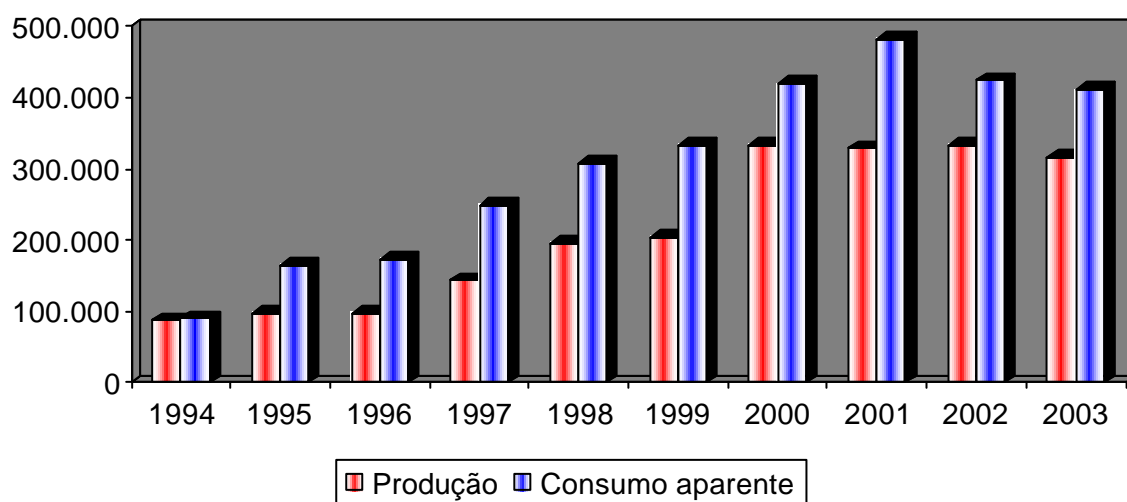
Para o Poliestireno (PS), a evolução é a seguinte:



Fontes: O Plástico no Brasil 2000 - 2001, março 2000; Plástico Moderno, dez/jan 2001; Anuário Brasileiro do Plástico, 2001; Fairbanks, 2003 e Anuário Brasileiro do Plástico, 2004.

Gráfico 9: Evolução da produção e do consumo aparente do PS, em toneladas.

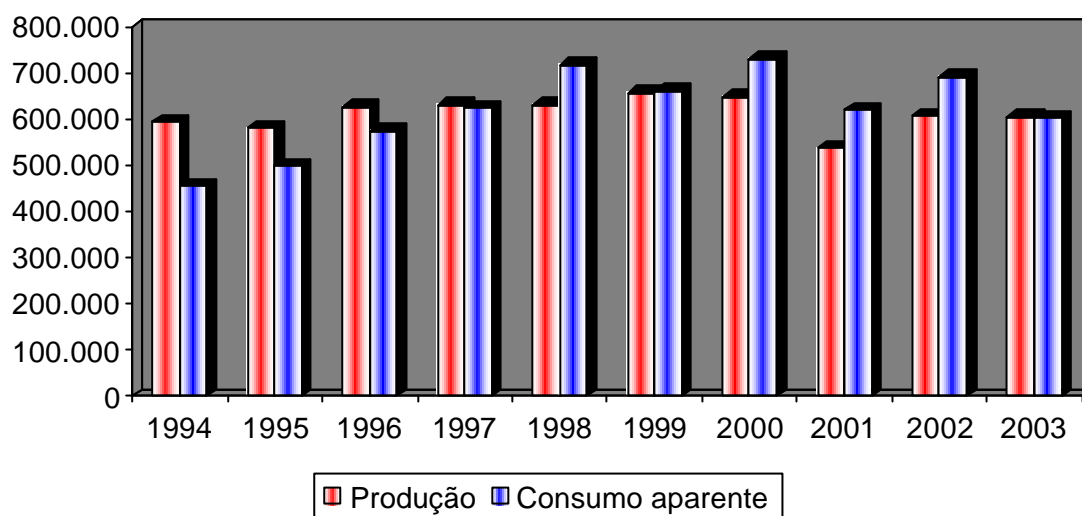
Para o Politereftalato de Etileno (PET), a evolução é a seguinte:



Fontes: O Plástico no Brasil 2000 - 2001, março 2000; Plástico Moderno, dez/jan 2001; Anuário Brasileiro do Plástico, 2001; Fairbanks, 2003 e Plástico em Revista, 2004.

Gráfico 10: Evolução da produção e do consumo aparente do PET, em toneladas.

Para o Policloreto de Vinila (PVC), a evolução é a seguinte:



Fontes: O Plástico no Brasil 2000 - 2001, março 2000; Plástico Moderno, dez/jan 2001; Anuário Brasileiro do Plástico, 2001; Fairbanks, 2003 e Anuário Brasileiro do Plástico, 2004.

Gráfico 11: Evolução da produção e do consumo aparente do PVC, em toneladas.

Ressalta-se que o consumo aparente representa a soma entre a produção brasileira e as importações anuais excluindo-se as vendas externas. Considerando os plásticos apresentados nos gráficos anteriores entre os anos de 1997 a 2000, no total foi produzida, no Brasil, a seguinte quantidade de plásticos, apresentada na Tabela 7.

Tabela 7: Produção de plásticos no Brasil nos anos de 1997 a 2000.

Tipo de Resina	Produção (em toneladas)			
	1997	1998	1999	2000
PEAD	644.000	693.000	764.000	891.048
PEBD	664.000	649.000	659.000	646.832
PEBDL	177.000	174.000	266.000	333.756
PS	133.000	139.000	165.000	175.575
PP	636.000	708.000	787.000	847.639
PET	143.000	196.000	204.000	333.685
PVC	632.000	632.000	658.000	648.199
Total	3.029.000	3.191.000	3.503.000	3.876.734

Fontes: Plástico Moderno (2001); Anuário Brasileiro do Plástico (2001); O Plástico no Brasil (2000, - 2001, mar. 2000).

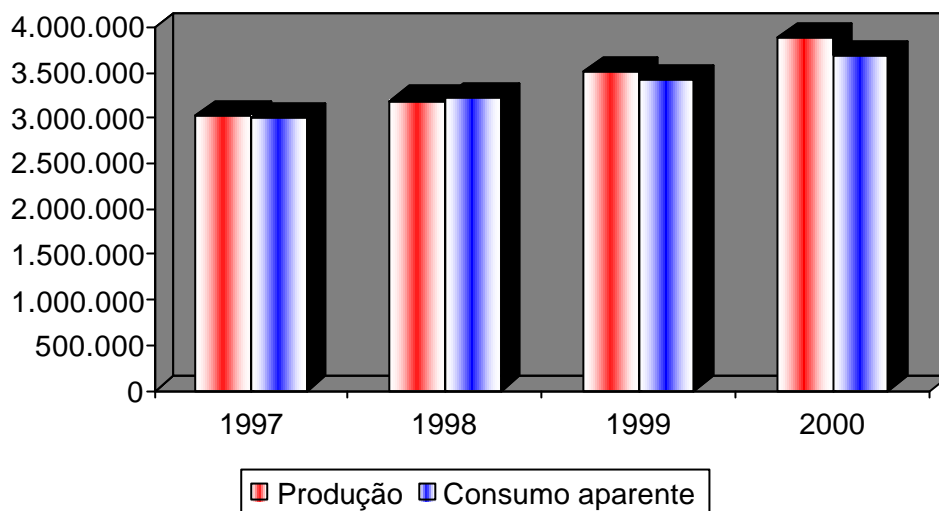
O consumo aparente de plásticos nesse mesmo período é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8: Consumo aparente de plásticos no Brasil nos anos de 1997 até 2000.

Tipo de Resina	Consumo Aparente (em toneladas)			
	1997	1998	1999	2000
PEAD	564.000	637.000	641.000	700.393
PEBD	528.000	489.000	547.000	581;386
PEBDL	193.000	197.000	271.000	312.575
PS	233.000	267.000	256.000	294.636
PP	620.000	612.000	709.000	647.461
PET	249.000	307.000	333.000	418.930
PVC	625.000	717.000	661.000	731.144
Total	3.012.000	3.226.000	3.418.000	3.686.525

Fontes: Plástico Moderno, dez/jan 2001; Anuário Brasileiro do Plástico, 2001; e O Plástico no Brasil 2000 - 2001, março 2000.

Comparando a produção e o consumo totais nestes quatro anos teremos:



Fontes: Plástico Moderno, dez/jan 2001; Anuário Brasileiro do Plástico, 2001; e O Plástico no Brasil 2000 - 2001, março 2000.

Gráfico 12: Produção e consumo aparente dos plásticos no Brasil entre 1997 e 2000, em toneladas.

Percebe-se que em valores totais a produção e o consumo aparente de plásticos tem aumentado no Brasil. No período de 2001 e 2002 houve uma queda de consumo no mercado brasileiro das principais *commodities* – PEAD, PEBD, PEBDL, PP, PS e PVC em decorrência da instabilidade política e da econômica mundial. (SINO RETO, 2003) Mesmo assim o decréscimo do consumo em 2002 não intimidou as indústrias petroquímicas que buscam articulação e integração da cadeia produtiva com foco na busca de agregar valor aos produtos a preços internacionalmente competitivos (FAIRBANKS, 2003).

Em relação aos dados de 2002 e 2003 percebe-se que há forte relação entre consumo e produção. Um exemplo disto é o PET onde foi observado que mesmo apresentando consumo maior que a produção, houve uma queda de 2002 para 2003 em relação ao seu consumo na ordem de 3,22%. Isto deve ser decorrência da queda do consumo de refrigerantes no Brasil e da Coca-Cola ter relançado a garrafa de vidro retornável. Esta mudança da garrafa feita com PET para a garrafa de vidro ocorreu por que as enfardadoras que trabalham com embalagens de vidro retornáveis foram beneficiadas pela isenção das cobranças de PIS e Cofins, e o novo regime tributário incidirá sobre o Poliéster, latas de alumínio, aço e vidro não-retornável (PLÁSTICO EM REVISTA, 2004).

Para o ano de 2005, uma das metas da indústria de transformação de plástico é de voltar a crescer na ordem de 10% ao ano (FERRO, 2005). De 1997 até 2004 isto não é percebido e os resultados demonstram um comportamento médio entre a retração e a estagnação com crescimento tímido em algumas resinas, como é o caso do PET. Ferro (2005) expõe que em 2003 o consumo aparente de artefatos plásticos caiu 3,71%. Já em 2004 subiu para 8%. Todos estes dados corroboram a forte relação entre consumo e produção existente no setor plástico brasileiro.

Em relação aos dados existentes sobre o Estado do Rio Grande do Sul também foi verificado a partir de 1994 um aumento no consumo de resinas plásticas. A Tabela 9 apresenta estes dados.

Tabela 9: Evolução do consumo de matérias-primas por resinas plásticas no Estado do RS.

Tipo de Resina	1994(t)	1997(t)	Variação 97/94 (%a. a.)
PET	0	1.205	-
PEAD	27.570	32.648	5,8
PEBD	31.550	42.152	10,1
PS	11.523	14.794	8,7
PP	41.104	63.508	15,6
PVC	15.170	22.690	14,4
Outras	19.617	34.857	21,1
RECICLADO	3.240	15.544	68,7

Fonte: Programa RS: uma vocação plástica (1999).

A tendência é de que o consumo de plásticos continue crescendo no Estado do Rio Grande do Sul, pois o mesmo apresenta o mais jovem pólo petroquímico brasileiro além de várias indústrias de transformação. As regiões da Serra (cidades de Bento Gonçalves e Caxias do Sul) e Metropolitana destacam-se como detentoras de um grande número de indústrias da 3ª geração da cadeia do plástico, sendo pólo neste setor. O mesmo não se pode dizer da 4ª geração (plástico pós-consumo – geração de resíduos), pois esta geração ocorre em todas as cidades brasileiras.

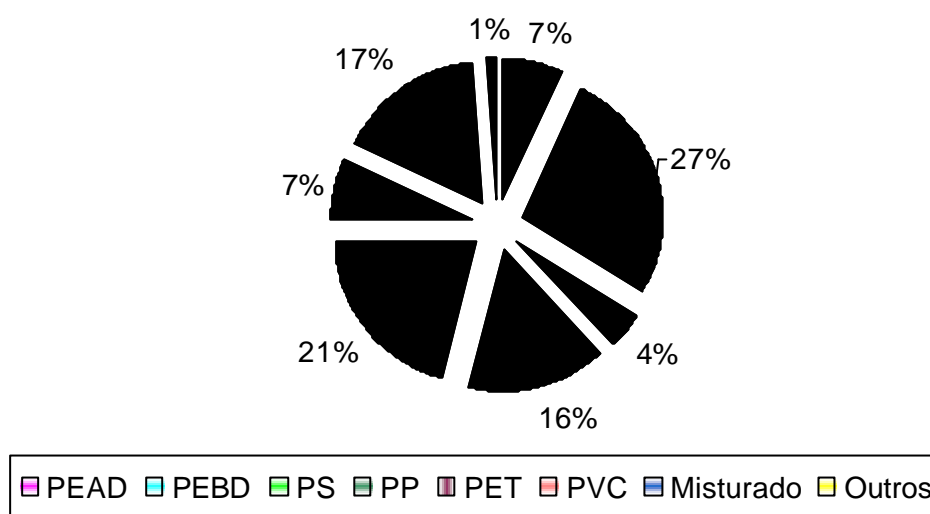
Assim, considerando o ato de reciclar no Estado do Rio Grande do Sul, de acordo com a radiografia realizada para o Estado em 2000 houve a reciclagem dos seguintes plásticos:

Tabela 10: Quantidade de plástico reciclado no Estado do RS.

Tipo de Resina	Peso (t)	Proporção Reciclada (%)
PEAD	4.660	7
PEBD	17.970	27
PS	2.660	4
PP	10.650	16
PET	13.980	21
PVC	4.660	7
Misturado	11.320	17
Outros	670	1

Fonte: Radiografia da Indústria de reciclagem de plástico – Rio Grande do Sul in PLASTIVIDA, 2000.

Na Tabela anterior podemos destacar a proporção reciclada por tipo de plástico no Rio Grande do Sul. Estes dados estão demonstrados no Gráfico 13 apresentado a seguir. Em 2002 foi divulgada uma análise regional desenvolvida pela PLASTVIDA (2002) sobre a indústria de reciclagem de plásticos (IRP) no Brasil. Até este momento foram analisadas as seguintes regiões na seguinte data base: Grande São Paulo (1999), Rio Grande do Sul (2000), Bahia (2000), Rio de Janeiro (2001) e Ceará (2002). Desta forma os últimos dados de pesquisa sobre o Rio Grande do Sul, relacionados a IRP gaúcha são os que constam no texto. A tendência é que se intensifique a reciclagem, principalmente em relação ao plástico decorrente do pós-consumo, pois a pré-reciclagem (reciclagem de aparas de plásticos existentes no processo industrial) vai diminuir tendo em vista que muitos transformadores têm otimizado os sistemas produtivos para a não geração de resíduos, incluindo as aparas.



Fonte: Radiografia da Indústria de reciclagem de plástico – Rio Grande do Sul, 2000.

Gráfico 13: Proporção de plástico reciclado no Estado do Rio Grande do Sul.

Como já foi comentado, em 2000 foi publicado resultado da pesquisa sobre a IRP existente do Estado do Rio Grande de Sul. Segundo o documento denominado: *Radiografia da indústria de reciclagem de plástico do RS* (PLASTIVIDA, 2000) o nosso Estado possuiu 63 empresas recicladoras, totalizando uma capacidade instalada de 6.564 toneladas, com faturamento de 18 milhões de reais e um contingente de 1.146 funcionários, neste período. Por contar com a implantação de programas eficientes de coleta seletiva em 12 dos 18 municípios da região metropolitana de Porto Alegre, as recicladoras situam-se, na sua maioria, nesta região (66% do total de recicladoras existentes). O índice de reciclagem de plásticos gira em torno de 21% do total de resina consumida (pré-reciclagem) e de 15% do produto pós-consumo. Estes índices superaram os da média nacional.

Considerando a origem das matérias-primas consumidas, nesse período foram consumidos como matéria-prima, 29.594 toneladas de plástico por ano, originário do pós-consumo e 36.610 ton/ano originário do resíduo industrial. Esses dados equivalem a aproximadamente as 66570 toneladas descritas na Tabela 10, onde 55% eram originários do resíduo industrial. Nos resíduos decorrentes do pós-consumo o índice de 45% é alcançado principalmente por causa do PET que só é adquirido para reciclagem em forma de garrafas (PLASTIVIDA, 2000).

Com relação ao preço médio praticado nessa época para a compra de matérias-primas ele depende da qualidade e da disponibilidade do material. No período estudado o PVC e o PS foram os mais escassos e por esta razão os mais caros. Outra consideração apresentada é a de que os resíduos de origem industrial, por serem comprados limpos e separados por tipo, apresentam preço mais elevado comparado ao do pós-consumo. As Tabelas 11 e 12 proporcionam dados relativos aos preços médios praticados neste período.

Tabela 11: Preço médio de compra das matérias-primas.

Resina	Preço (R\$/Kg)		
	Sujo	Limpo	Média
PEBD	0,23	0,38	0,30
PEAD	0,23	0,36	0,29
PP	0,35	0,39	0,37
PS	0,31	0,56	0,43
PVC	0,53	0,59	0,56
PET	0,30	-	0,30
Outros	0,32	0,65	0,49

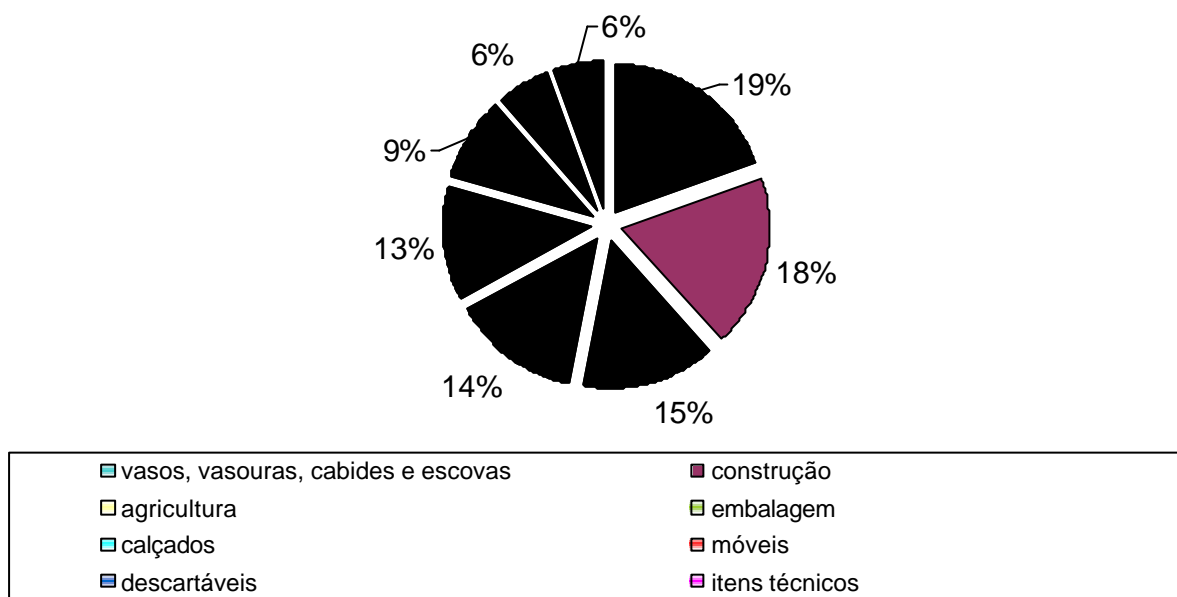
Fonte: PLASTIVIDA (2000).

Tabela 12: Preço de compra pós-consumo X industrial.

Resina	Preço (R\$/Kg)		
	Pós-consumo	Industrial	Diferença (%)
PEBD	0,29	0,40	38
PEAD	0,28	0,39	39
PP	0,34	0,49	44
PS	0,42	0,55	31
PVC	0,52	0,59	13
PET	0,30	-	-

Fonte: PLASTIVIDA (2000).

Por segmento de mercado o destino dos plásticos reciclados no Estado do Rio Grande do Sul, nesse período, está representado no gráfico a seguir. Percebe-se que há uma gama variada de produtos que são produzidos a partir de plástico reciclado e atualmente esta tendência se mantém.



Fonte: Plástico em Revista (set. 2000).

Gráfico 14: Usos do plástico reciclado no Estado do Rio Grande do Sul.

Acrescentamos ainda que a pesquisa PLASTVIDA (2002) apresenta um padrão de desempenho para a IRP, comparando as regiões estudadas a partir de um dimensionamento geral da IRP no Brasil.

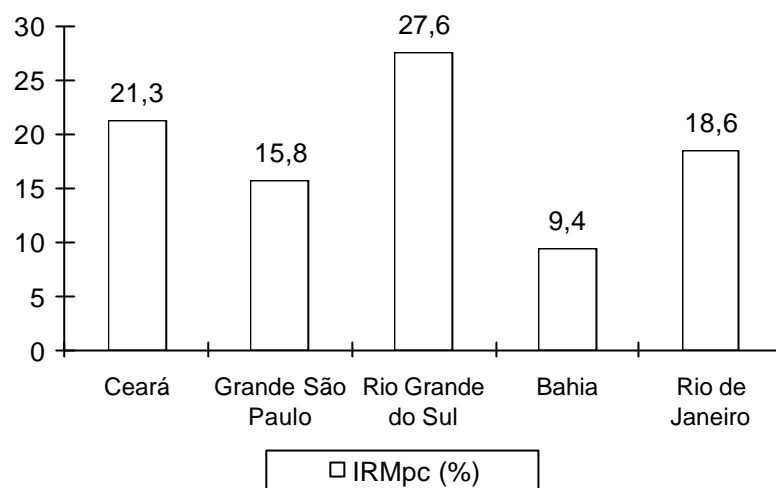
Tabela 13: Comparativo para a IRP do Brasil, a partir das regiões pesquisadas, segundo dimensionamento geral.

Estado	Número de Empresas	Média do tempo de atuação	Valor da produção	Empregos ^e	Capacidade instalada para reciclagem
	(nº)	(anos)	(milhões de R\$)	(nº)	(ton/ano)
Ceará	19	8	13,1	456	25.662,0
Grande São Paulo ^a	180	nd	115,0	nd	159.257,0
Rio Grande do Sul ^a	63	7	18,0	1.146	66.564,0
Bahia ^a	25	9	20,0	605	14.332,0
Rio de Janeiro ^b	54	16	38,6	868	42.572,0
BRASIL	341	10	204,7	3.075	308.387,0

Fonte: PLASTIVIDA (2002).

Observações: a) ano base da pesquisa 1999 em R\$ de 1999; b) ano base da pesquisa 2000 em R\$ de 2000; c) nd – não declarado; e) valores percentuais não incluem a grande São Paulo.

Além desses dados o Estado do Rio Grande do sul destaca-se no índice de reciclagem mecânica pós-consumo (IRMpc), no Brasil, alcançando o índice de 27,6% desse tipo de reciclagem. O Gráfico 15 apresenta os índices de reciclagem mecânica pós-consumo para a IRP brasileira. Com base na soma das cinco regiões pesquisadas a média para reciclagem mecânica no Brasil fica em 18,54%.



Fonte: PLASTIVIDA (2002).

Gráfico 15: Comparação entre o índice de reciclagem mecânica pós-consumo no Brasil.

Em relação às dificuldades apontadas na pesquisa PLASTIVIDA (2002) destacamos:

- ? falta de fornecimento contínuo, homogêneo e suficiente de matéria-prima;
- ? existência de contaminantes na matéria-prima ofertada;
- ? flutuações de preços;
- ? redução da disponibilidade de resíduos industrial, em função do reaproveitamento interno pelas empresas estar crescendo;
- ? condição de informalidade do setor;
- ? falta de experiência da mão-de-obra da coleta seletiva;
- ? existência de intermediários;
- ? inadimplência do mercado;
- ? ausência de código de identificação da resina (PLASTIVIDA, 2002).

Analisando sob a ótica do consumo há uma tendência clara ao incremento no consumo de resinas plásticas, não só no Estado do Rio Grande do Sul como também em todo o país. Um estudo realizado pelo Pro Futuro/Fundação Instituto de Administração da USP citado por Ferro (2002) revela as tendências para o setor do plástico no Brasil até 2010. É importante destacar que o mesmo baseia-se em premissas como: crescimento econômico e aumento do uso de descartáveis. Prevê um aumento da demanda nacional de resinas termoplásticas de 3,2 milhões de ton/ano em 2000, para 6,5 milhões de ton/ano em 2010, a partir da reestruturação da cadeia petroquímica, aumento da produtividade e maior acesso ao

crédito financeiro. Em relação à produção de lixo domiciliar e a participação dos plásticos o estudo da USP aponta para o crescimento descrito na Tabela 14.

Tabela 14: Tendência da produção de lixo domiciliar e a participação dos plásticos.

Descrição	2000	Previsão para 2010
Lixo domiciliar	De 0,5 a 0,8 Kg/hab	De 0,96 a 1,1 kg/hab
Produção Anual	130 milhões de toneladas	187 milhões de toneladas
Lixo orgânico	65%	55%
Plásticos	3%	6%

Fonte: Pro Futuro/Plastivida citado por Ferro (2002).

É importante indicar que a Tabela 14 apresenta apenas uma média brasileira. Atualmente muitas cidades brasileiras ultrapassam a previsão mencionada na Tabela 14. Se considerarmos o porte das cidades, Costa e Silva (2005) expõe que as cidades brasileiras de grande porte produzem um volume muito grande de lixo em torno de 1,5 Kg/hab dia, enquanto que nos pequenos municípios essa média gira em torno de 0,6 Kg/hab dia. Esse aumento e o modelo de gestão utilizado diminui a vida útil dos aterros que chegam a durar em média 10 anos. Se considerarmos o plástico e os resíduos com potencial de reciclabilidade o modelo de gestão é totalmente inadequado. Outro dado importante é o consumo de embalagens por segmento a tendência apontada é a seguinte apresentada na Tabela 15.

Tabela 15: Consumo de embalagens por segmento.

Segmento	2000	Previsão para 2010
Alimentos	43%	45%
Industriais	14%	15%
Convencionais	20%	15%
Higiene Pessoal	15%	15%
Higiene e limpeza	8%	8%

Fonte: Pro Futuro/Plastivida citado por Ferro (2002).

Ferro (2002) cita que para a reciclagem, avaliada em 2000 em 15% sobre o plástico consumido, passará a 30% em 2010. Como o Rio Grande do Sul é um dos pólos neste setor a tendência é que ocorra um desenvolvimento que acompanhe esta tendência. Heller e Nascimento (2005) analisam as necessidades e tendências para pesquisa e desenvolvimento na área de saneamento no Brasil e indicam em seus resultados como novos paradigmas científicos e tecnológicos a serem estudados no Rio Grande do Sul o reaproveitamento de materiais potencialmente recicláveis: aplicações e tecnologias entre outros assuntos a serem abordados. Esta pesquisa também demonstra o potencial do Estado para estes estudos assim como sua relevância.

2.7.5 Formas de Reciclagem de Plásticos

No início dos anos 90 a Sociedade Americana de Ensaio de Materiais por meio da norma D5033 (ASTM, 1991) definiu uma padronização dos conceitos dividindo os tipos de reciclagem de plásticos em quatro grupos. Esse conjunto engloba:

1. Reciclagem primária ou conhecida como pré-consumo: é a recuperação dos resíduos efetuada na própria indústria geradora. Consiste na conversão de resíduos plásticos por processos produtivos em bens de consumo com características de desempenho equivalentes às daqueles produtos fabricados a partir de resinas virgens. Esses resíduos são constituídos por artefatos defeituosos, aparas provenientes dos moldes ou dos setores de corte etc. Nesse caso a matéria-prima geralmente vem limpa e identificada. Na reciclagem primária o processo produtivo envolve geralmente triagem, moagem, lavagem, secagem podendo ainda sofrer processo de extrusão ou injeção em moldes. Se a reciclagem primária for realizada em filmes plásticos poderá haver um processo de aglutinação (pós-secagem) visando dar mais peso aos flocos (gerados na moagem) para facilitar seu processamento.

2. Reciclagem secundária, conhecida como pós-consumo: é a conversão de resíduos plásticos de produtos descartados no lixo. Os materiais que se inserem nesta classe provêm de lixões, usinas de compostagem, sistemas de coleta seletiva, associação de catadores e eventualmente de resíduo industrial. São

constituídos pelos mais diferentes tipos de resina, o que exige uma boa separação para poderem ser aproveitadas. No trabalho em questão, quando há referência sobre reciclagem de plásticos, está se referindo à reciclagem pós-consumo. Por uma série de problemas que podem ocorrer na reciclagem secundária, principalmente relacionados aos problemas listados na página 113, o produto final apresenta geralmente propriedades finais inferiores à resina virgem.

3. Reciclagem terciária: é a conversão de resíduos plásticos em produtos químicos e combustíveis, através de processos termoquímicos. Esses processos têm como base na despolimerização, isto é, os materiais plásticos sofrem uma decomposição química controlada gerando vários produtos, entre eles: oligômeros (são cadeias com várias unidades monoméricas unidas, mas em número menos que os polímeros); monômeros e outras substâncias que podem ser convertidas em matérias-primas que podem originar novamente as resinas virgens e outras substâncias interessantes para a indústria, como gases e óleos combustíveis.

4. Reciclagem Quaternária: é um processo que está sendo muito discutido atualmente e se baseia no uso dos resíduos plásticos, através da queima, para gerar energia. Os produtos finais nesse caso não serão transformados em um novo artefato plástico e sim em energia e emissão gasosa, comumente dióxido de carbono, se houver combustão completa.

Segundo Wiebeck e Piva (1999), se considerarmos o processo de reciclagem que o resíduo plástico vai passar existem apenas três formas de classificação, cada uma delas com uma relação clara com o processo de transformação utilizado para a reciclagem de plásticos. Por essa razão esta classificação é mais utilizada que a primeira mencionada no texto. Ela se divide da seguinte forma:

1. Reciclagem Mecânica: reaproveitamento do material descartado para confecção de outros produtos. Pode-se dizer que a reciclagem mecânica engloba a reciclagem primária e a secundária. A diferenciação entre essas duas categorias está na qualidade de cada etapa do processo e da matéria-prima (RODRIGUES; MÄHLMANN; KIPPER, 2004);

2. Reciclagem Química: retorno às matérias-primas de origem conforme descrito na reciclagem terciária;

3. Reciclagem Energética: o plástico passa por combustão para recuperação da energia contida nesse tipo de resíduo onde os produtos finais são os mesmos descritos na reciclagem quaternária.

Nas próximas seções apresentamos com mais detalhes cada uma das formas de reciclagem de plásticos, conceitos, vantagens e desvantagens encontradas em cada possibilidade de reciclagem.

2.7.5.1 Reciclagem Mecânica

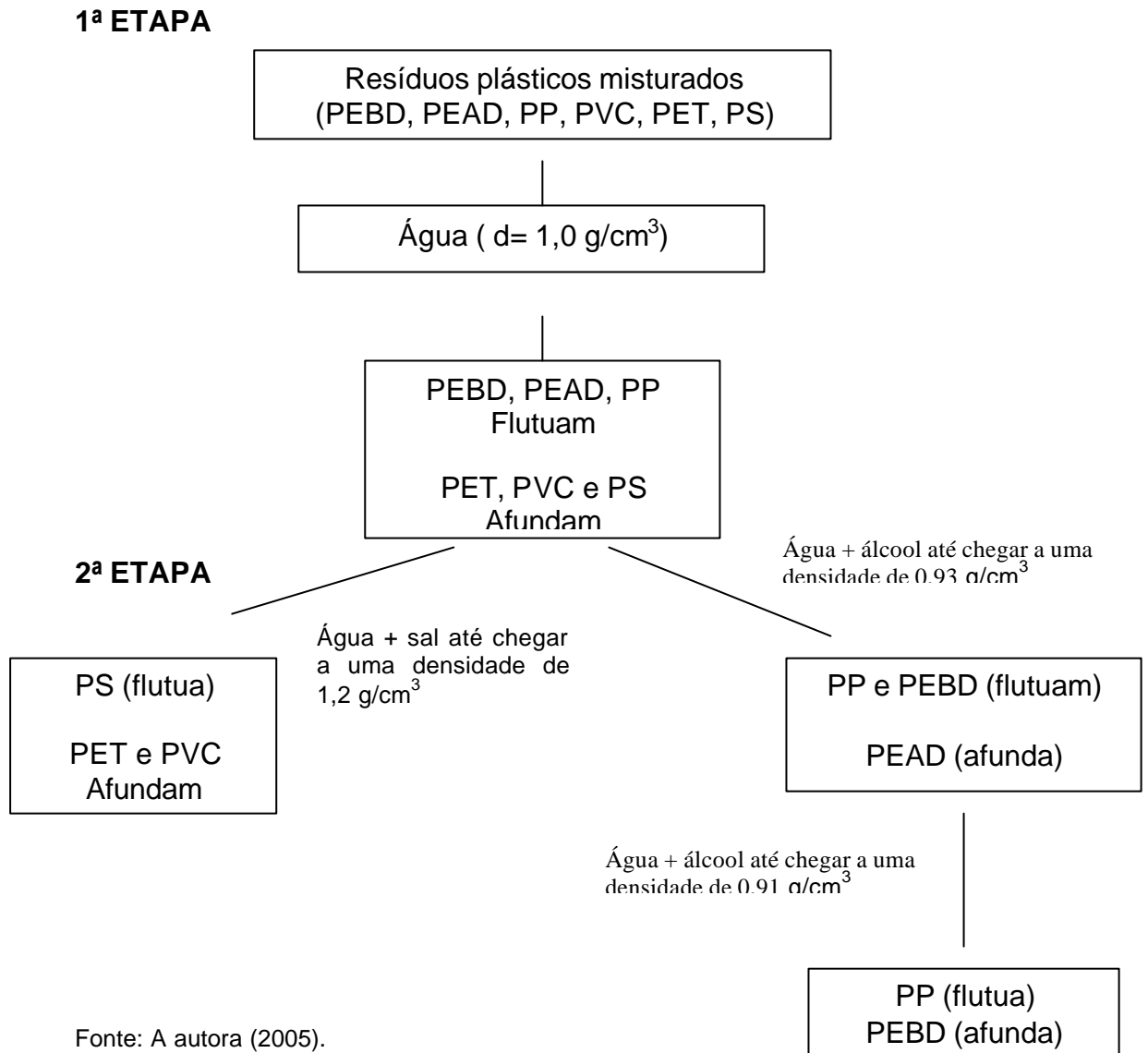
Para uma reciclagem mecânica eficaz há necessidade de duas etapas iniciais: **coleta seletiva** do resíduo seco e sua **separação**. A coleta seletiva pode ser conceituada como a segregação dos resíduos gerados nos domicílios. É considerada primordial para a reciclagem do plástico, pois desperta consciência ambiental e participação do consumidor, além de trazer como resultados um resíduo separado e geralmente mais limpo. Para alcançar maior eficiência na reciclagem de plásticos quanto mais multiseletiva for a coleta melhor será o resultado.

Para a coleta dos resíduos secos, é crescente em várias cidades brasileiras a presença dos PEV's (postos de entrega voluntária) ou LEV's (locais de entrega voluntária), com disposição separada para plásticos, papel, alumínio, metais e vidro. Depois de coletados, os resíduos secos vão para o centro de triagem e passam por esteiras para separação por famílias de produtos: PVC, polietileno, polipropileno, poliestireno, papel, alumínio, vidros, latas, etc. A etapa de separação é fundamental também para o reciclo do plástico e pode ser manual ou automatizada. Segundo Sandani (1995) a presença de macrocontaminantes, como vidro, papel, metal ou outros polímeros, mesmo em concentrações pequenas pode alterar as propriedades do polímero, assim uma coleta seletiva adequada e um processo de separação realizado eliminam muitos dos problemas existentes na reciclagem de plásticos.

No Brasil, como as recicladoras de plásticos na sua maioria são pequenas empresas, algumas trabalhando na informalidade e a mão-de-obra é barata, o processo de separação é feito de forma manual. Para realizar o processo de

separação dos polímeros pode-se empregar várias técnicas a partir das características dos termoplásticos, descritas nos quadros 07, 08 e 09; ou seja, pode ser utilizada a simbologia de acordo com a NBR 13.230 contida no produto acabado, teste do odor dos vapores da queima, aparência da chama, densidade, solubilidade, etc. Também pode-se usar para algumas embalagens a identificação do formato do fundo versus identificação pelo símbolo (Quadro 4). A separação por densidade é um processo muito utilizado pela recicladoras brasileiras de plásticos, por ser de fácil execução e de custo baixo utilizando para isso uma banheira com água para uma primeira separação.

Alguns termoplásticos têm valores de densidade muito próximos, não ocorrendo sua separação apenas com o uso da água. Assim para separá-los podem ser usadas soluções alcoólicas e/ou salinas. A Figura 11 exemplifica um mapeamento desses processos.



Fonte: A autora (2005).

Figura 11: Mapeamento do processo de separação de termoplásticos por densidade.

Nesse mapeamento observa-se que para a separação do PET e do PVC há necessidade de usar outras formas associadas. A presença de PVC em PET reciclado produz pontos pretos no produto transparente. Segundo Pawlak (2000) a contaminação acima de 50 ppm de PVC em PET impede seu uso para a fabricação de filmes. Das tecnologias existentes para separar o PVC do PET, destaco a detecção do cloro por fluorescência de Raio-X como muito eficiente mas de difícil acesso, pois requer equipamento dispendioso e capacitação especializada para realizar a análise.

Da Figura 11 também podemos observar que o controle sobre os valores de densidade também é um processo complexo e que requer monitoramento constante. No processo de separação por densidade há necessidade de existir um sistema de tratamento de efluentes junto à planta de reciclagem, com possibilidade de reciclo da água para o sistema produtivo.

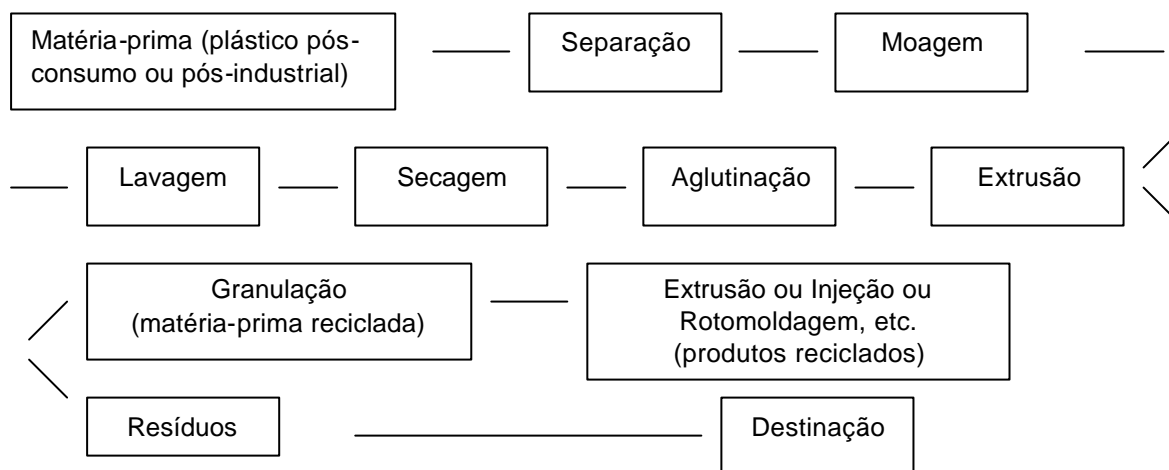
A separação é fundamental para que tenhamos um aumento no tempo de vida de plásticos pós-consumo. Em decorrência das dificuldades existentes na coleta seletiva e na separação dos plásticos, vários pesquisadores propuseram processos para reciclar misturas de plásticos. Um exemplo disso é a madeira plástica onde se pode utilizar uma mistura em concentrações definidas de PEBD, PEAD, poli (acrilonitrila-co-butadieno-co-estireno) conhecido como ABS, PP, PVC, PS e PET. A madeira plástica pode substituir a madeira comum na confecção de uma infinidade de produtos. É indicada para ser empregada em locais expostos às intempéries por não sofrer degradação acelerada (SOUZA, 1993).

No Brasil foram desenvolvidos e registrados pelo Instituto de Macromoléculas produtos provenientes de misturas de plásticos. Um deles denominado IMAWOOD® é formado de mistura de poliolefinas procedente de sacos e sacolas plásticas, possuindo em sua formulação principalmente PEAD e PEBD o outro produto é o IMACAR® mistura de poliolefinas com predominância de PP e baixo teor de EPDM. O EPDM é originário de pára-choques descartados (MARTINS; SUAREZ; MANO, 1999) Mesmo sendo uma boa alternativa a reciclagem de misturas de plásticos deve-se ter cuidado com esse procedimento que é só recomendado para a composição de objeto com um tempo de vida relativamente alto.

Havendo o processo de separação por tipo de plástico, eles são acondicionados de acordo com uma futura comercialização. São enviados para as indústrias de reciclagem para serem transformados em novos produtos, retornando ao mercado. Nessas indústrias os plásticos pós-industriais ou pós-consumo são convertidos em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos como: sacos de lixo, solados, pisos, condutos, mangueiras, componentes de automóveis, fibras, embalagens não-alimentícias e outros.

Em síntese, as etapas prévias à reciclagem mecânica dos plásticos pós-consumo são: a coleta, a separação por tipo de plástico e a retirada de rótulos, tampas e outras impurezas, como grampos de metal e partes de componentes de outros materiais. As etapas de reciclagem mecânica são: separação, moagem,

lavagem, secagem e reproprocessamento. Para a confecção de um novo produto podem ser utilizados os mesmos processos empregados na transformação de um artefato com plástico virgem. A Figura 12 apresenta a representação da reciclagem mecânica.



Fonte: A autora (2005).

Figura 12: Fluxograma das etapas da reciclagem mecânica.

Com relação às vantagens da reciclagem mecânica, Rolim (2001) destaca as seguintes:

- A reciclagem mecânica é um negócio acessível a pequenos e médios empresários;
- A tecnologia envolvida na reciclagem mecânica para a produção de itens de reduzido grau de exigência técnica (baldes, vassouras sacos de lixo, etc.) é facilmente absorvida.
- Como são processos físicos, os cuidados ambientais requerem investimentos menores em comparação aos outros processos, concentrando-se nas emissões gasosas, reaproveitamento de águas e controle no descarte dos resíduos;
- O sistema também permite absorver mão de obra não-qualificada;
- Com a diminuição do volume de lixo, pode-se aumentar a vida útil dos aterros sanitários;
- A reciclagem contribui para a diminuição ou retirada da população que trabalha (sobrevive) nos aterros/lixões;
- A reciclagem poupa matéria-prima (petróleo) equivalente à quantidade reciclada;
- A valorização do lixo promove a educação da população. As pessoas se conscientizam que o lixo representa valor e que muitas pessoas podem se beneficiar dele;
- A geração de novos empregos, tanto formais como informais, o aumento da competitividade e a melhoria da qualidade dos produtos (ROLIM, 2001).

Considerando todas as vantagens relacionadas, atualmente a reciclagem mecânica é a mais utilizada no Brasil para os plásticos, mas ela também apresenta dificuldades. O grau de sujidade encontrado nos plásticos pós-consumo quando adquiridos pelos recicladores é muito alto, geralmente ele vem contaminado por resíduos orgânicos. Lembramos que, isso é decorrência da não existência de um sistema de coleta seletiva na maioria dos municípios brasileiros adequado à resolução desse problema. Para o reciclador isso apenas aumenta os custos, levando muitas vezes a inviabilidade do negócio.

2.7.5.2 Reciclagem Química

Esse tipo de reciclagem reprocessa plásticos transformando-os em petroquímicos básicos: monômeros ou misturas de hidrocarbonetos que servem como matéria-prima em refinarias ou centrais petroquímicas, para a obtenção de produtos nobres de elevada qualidade. O objetivo é a recuperação dos componentes químicos individuais para reutilizá-los como produtos químicos ou para a produção de novos plásticos. Rolim (2001) acrescenta que a reciclagem química promove despolimerização dos materiais plásticos para a obtenção de gases e óleos. A reciclagem química permite a utilização de misturas de tipos de plásticos, mas tem custo muito elevado, o que explica o reduzido número de plantas em operação no mundo. A Figura 13 apresenta um tipo de fluxograma com as etapas da reciclagem química.

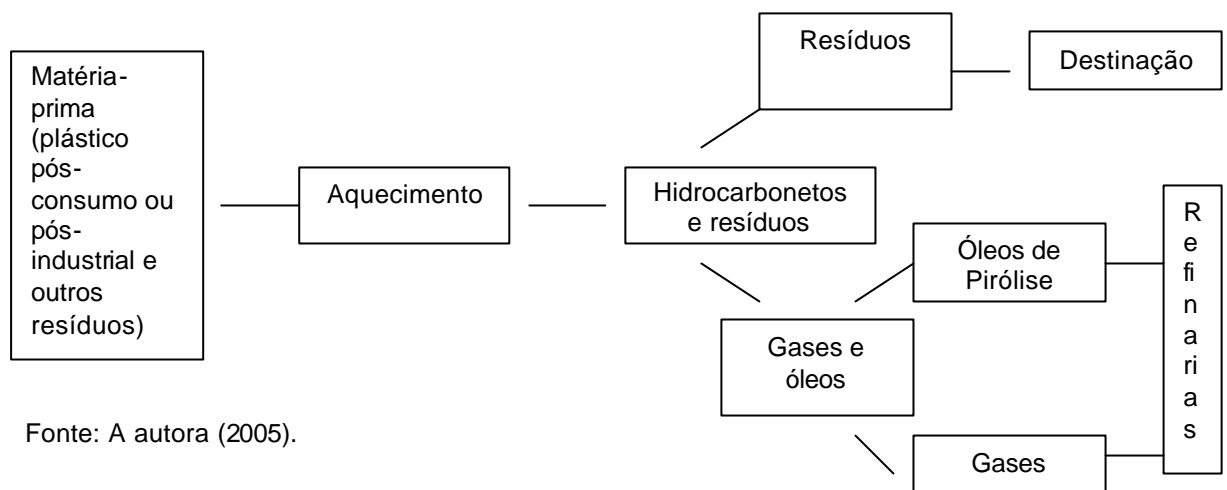


Figura 13: Fluxograma do processo de reciclagem química.

A reciclagem química pode ser realizada por meio de vários processos físico-químicos, dentre eles destacamos:

- **Pirólise** – É a quebra das moléculas pela ação do calor na ausência de oxigênio. Esse processo gera frações de hidrocarbonetos capazes de serem processados em refinarias.
- **Quimólise** – Consiste na quebra parcial ou total dos plásticos em monômeros na presença de glicol/metanol e água.
- **Gaseificação** – Os plásticos são aquecidos com ar ou oxigênio, gerando-se gás de síntese contendo monóxido de carbono e hidrogênio.
- **Hidrogenação** – As cadeias são quebradas mediante o tratamento com hidrogênio e calor, gerando produtos capazes de serem processados em refinarias.

Uma grande vantagem deste tipo de reciclagem é que permite tratar a mistura de plásticos, reduzindo custos de pré-tratamento, custos de coleta e seleção. Além disso, a reciclagem química permite produzir plásticos novos com a mesma qualidade de um polímero original.

2.7.5.3 Reciclagem Energética

Em linhas gerais ela pode ser definida como a recuperação da energia contida nos resíduos sólidos urbanos na forma de energia elétrica ou térmica. Pode também ser entendida como a queima controlada do resíduo plástico buscando recuperar a energia contida nele derivada de sua origem. Distingue-se da incineração por utilizar os resíduos plásticos como combustível na geração de energia elétrica. Já a simples incineração não realiza aproveitamento da energia dos materiais e reduz a sua massa entre 70 e 90% (ROLIM, 2001).

A energia contida em 1kg de plástico é equivalente à contida em 1 kg de óleo combustível. Cerca de 15% da reciclagem de plásticos na Europa Ocidental é realizada via reciclagem energética. A usina de Saint-Queen (França) assegura o suprimento de eletricidade para 70.000 pessoas com 15.400 megawatts/ano (STRONG, 1996). O Brasil ainda não realiza reciclagem energética.

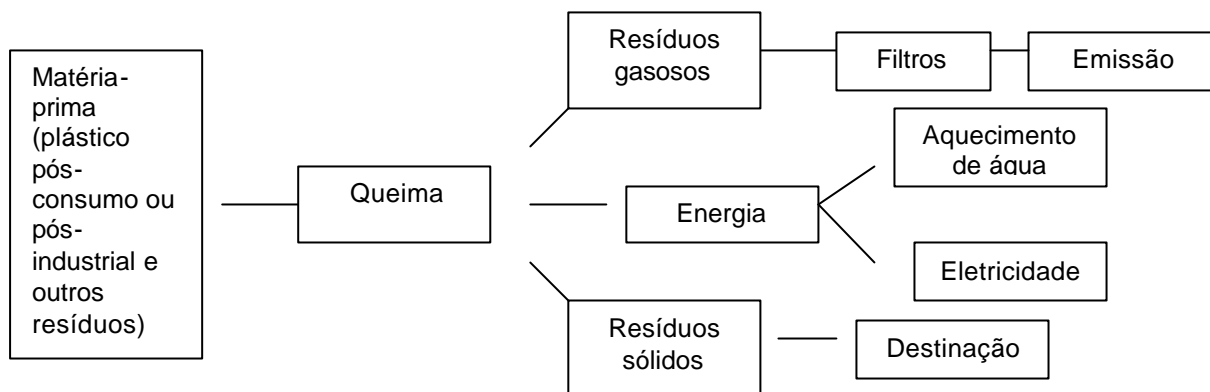
No Quadro 10 podemos observar a quantidade de energia presente nos plásticos, e compará-la com outros combustíveis conhecidos.

Material	Energia (BTU/libra)
PET	10.900
PEAD	18.700
Papel	8.000
Borracha	12.800
Fuel Oil	20.900
Hulha	9.600
Madeira	7.300

Fonte: Strong (1996).

Quadro 10: Valor da energia de alguns combustíveis.

A Figura 14 apresenta o fluxograma com as etapas básicas da reciclagem energética.



Fonte: A autora (2005).

Figura 14: Fluxograma do processo de reciclagem energética.

Neste tipo de reciclagem deve-se ter cuidados em relação às emissões de gases, que podem, além de intoxicar, causar chuva ácida. Polímeros que contenham halogênios (cloro ou flúor) podem causar problema durante a queima em decorrência da liberação de ácido clorídrico (HCl) ácido fluorídrico (HF), podendo ser também ser fonte e emissão de dioxinas (MARDER; MAKROMOL, 1992). Logo, nesse processo o controle sobre das condições do equipamento, do material e dos filtros de ar do incinerador é crucial par que se evite danos ambientais. Uma de suas vantagens é a destoxificação, pois a incineração destrói bactérias, vírus e outros compostos orgânicos. Strong (1996) define que os riscos associados à incineração são reais. A redução e a reciclagem são preferíveis que a incineração e a regeneração (também potencialmente poluidora) para controlar os resíduos sólidos.

Rolim (2001) descreve como principal desvantagem da reciclagem energética como sendo o custo elevado das instalações, dos sistemas de controle de emissões e operacional, somando à exigência de mão-de-obra qualificada como forma de garantir o perfeito funcionamento deste processo.

Em síntese o uso da reciclagem energética é ainda muito polêmico, pois se a associarmos a uma simples incineração dos resíduos, sem uso de tecnologia adequada, gera emissões prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, podendo até se mal empregada não aproveitar o conteúdo energético dos resíduos e gerar mais poluição não controlada e energia indisponível.

Neste capítulo discutiu-se vários aspectos relacionados à necessidade de analisar o sistema de resíduos sólidos e seu gerenciamento sob outro enfoque,

baseando-se na Teoria Geral dos Sistemas. O estudo sobre o plástico se faz necessário tendo em vista a sua evolução na sua produção, consumo e geração como resíduos. As formas de destinação utilizadas e as possíveis para este e os outros resíduos recicláveis dispostos no pós-consumo são fundamentais para termos um Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Se partirmos da premissa que o sistema de gerenciamento de resíduos não é um sistema isolado, mas faz parte e é reflexo do modo de vida preferencial de um macro-sistema urbano, a discussão que se faz pode mudar um modo de vida de uma sociedade.

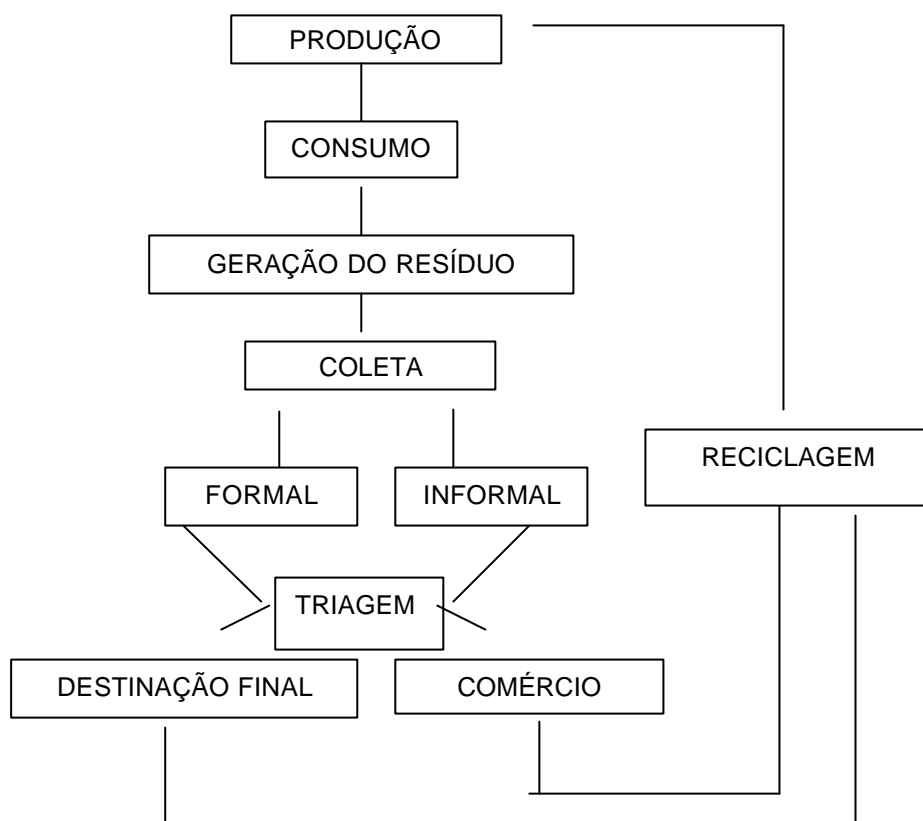
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da Pesquisa

A busca de ações estratégicas sistêmicas para a reintrodução de um resíduo na cadeia produtiva atual, a partir dos plásticos pós-consumo, é um tema complexo que requer uma análise ampla e determinante na sua inter-relação com o desenvolvimento sustentável de uma região, justificando-se assim o uso da Teoria Geral dos Sistemas. Dessa forma, essa teoria será utilizada, considerando-se que todas as variáveis envolvidas estão inter-relacionadas. A complexidade existente na maioria das pesquisas realizadas atualmente revela a natureza qualitativa que esta por detrás das informações e dados coletados. Assim, os procedimentos metodológicos utilizados nessa pesquisa seguem os encaminhamentos propostos por Silva e Menezes (2001).

Com relação à forma de abordagem do problema, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, pois a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são elementos básicos nesse processo de pesquisa. Em relação aos objetivos a pesquisa é descritiva. Silva e Menezes (2001) referendam que esse tipo de pesquisa tem por objeto descrever as características de uma determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis.

Nesse contexto a idéia de sistema e de rede torna-se fundamental para avaliarmos de que forma os agentes estão interrelacionados e qual a influência dessa organização na sustentação do padrão existente. De acordo com a teoria de Morin (1987), a rede de produção e de reciclagem de plástico pode ser uma unidade global organizada de inter-relações entre elementos, ações e indivíduos, não sendo estes elementos unidades simples e sim relativas ao todo, do qual fazem parte. A Figura 15 apresenta a estrutura básica da rede que se pretende analisar, com seus sistemas. Acrescentamos que a estrutura apresentada na Figura a seguir reflete um modelo linear, e por conseqüência, muito mais simples do que é na realidade, isto é, no momento em que nos deparamos com a pesquisa de campo percebe-se que realmente a ciência trabalha com aproximações.



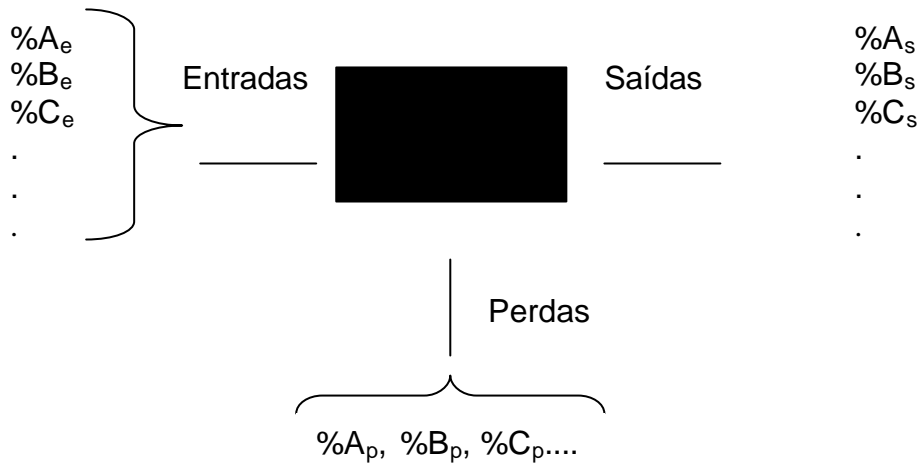
Fonte: A autora (2005).

Figura 15: Rede de produção e reciclagem de plásticos.

Para a produção e o consumo dos plásticos, a análise transcorreu de uma forma macroscópica, a partir de pesquisa bibliográfica, encontrando-se seus resultados na fundamentação teórica deste trabalho. Essa análise tem como objeto levantar dados e gerar uma percepção que, em termos de mercado, a produção e o consumo do plástico virgem são consideráveis e tendem a crescer rapidamente, também por consequência a geração desses resíduos. Já o mercado do plástico reciclado não acompanha esse crescimento.

A partir dos sistemas de coleta do resíduo, o uso da teoria dos sistemas, enquanto método, se torna mais expressivo. A partir desse ponto, para cada agente desta rede serão analisados no mínimo quatro elementos, quais sejam: entradas, processamentos, saídas e perdas. A abordagem dos agentes a ser desenvolvida será orientada pela estrutura. O método também segue o princípio do geral para o detalhe. Assim, inicialmente serão pesquisados e analisados dados relativos às

entradas, saídas e perdas dos agentes pertencentes à rede estudada. A Figura 16 apresenta uma proposta para a análise do balanço de massa.



Fonte: A autora (2005).

Figura 16: Proposta de análise do balanço de massa e energia existente nos agentes que compõem a rede de reciclagem de plásticos.

A análise do processamento será desenvolvida tendo como base o ponto de vista dos agentes, seguindo os seguintes itens: definição e descrição do processo principal, dos processos secundários e da infra-estrutura de apoio.

Para a análise das relações existentes entre os principais agentes da rede de produção e reciclagem de plásticos, tomaremos como referencial os fatores que influem na reciclabilidade do resíduo plástico pós-consumo. Entre esses fatores citamos:

- qualidade da matéria-prima existente (contaminação no que se refere ao grau de mistura e de sujidade do plástico pós-consumo utilizado na rede);
- forma de separação do tipo de plástico, empregada pelo respectivo agente(PET branco, PET verde,...);
- preço pago por quilograma;
- sazonalidade do resíduo plástico; e
- volume a ser comercializado.

A análise desses fatores trará indicadores sobre a inter-relação e a interdependência existente entre os agentes da rede estudada. A capacidade de auto-regulação da rede será estudada, a partir da análise de como se fazem a gestão e o planejamento, pelos agentes das atividades inerentes à rede. Para esse estudo foram elaborados questionários pré-definidos, além de entrevistas estruturadas e não estruturadas. A pesquisa documental em fontes secundárias e observação pessoal dos processos também foram utilizados na coleta de dados.

Em síntese, os procedimentos metodológicos a serem adotados para a execução do projeto em questão serão os seguintes:

1. revisão bibliográfica teórica e metodológica que fornecerá orientações básicas para a execução do projeto, nos seguintes assuntos:
 - a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), os sistemas abertos e suas propriedades;
 - as formas de gerenciamento de resíduos recicláveis existentes no Brasil;
 - a história dos resíduos sólidos urbanos e a sua caracterização, com ênfase no resíduo plástico; e
 - a realidade do plástico no Brasil, no RS e no município de Santa Cruz do Sul;
2. consulta a periódicos especializados, bem como a outras fontes relacionadas ao projeto;
3. cadastramento e sondagem, através de entrevistas semi-estruturadas, dos principais agentes existentes no município de Santa Cruz do Sul, visando a um diagnóstico inicial da realidade existente, função desempenhada pelos agentes e outras informações necessárias;
4. questionários abertos e entrevistas semi-estruturadas aplicados nos principais agentes integrantes da rede de consumo de plásticos em Santa Cruz do Sul. Os principais agentes são os seguintes: órgãos públicos municipais (DEMA e outros), indústrias recicladoras, empresas envolvidas no processo (terceiros e empresas que comprem o resíduo plástico para transformação), sucateiros (intermediários do lixo), associação de catadores, sociedade, universidade;
5. análise e síntese das entrevistas e dos questionários;

6. observação e conhecimento “in loco” das principais formas de gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares existentes no município, realizando mapeamento dos principais processos utilizados, com ênfase nos plásticos.

3.2 Perguntas de Pesquisa

A quantidade e qualidade do plástico pós-consumo existente no município estudado é adequada às necessidades das empresas recicladoras existentes na região?

Qual a inter-relação e a interdependência existentes entre os diversos agentes que compõem a rede de produção e de reciclagem de plásticos?

As formas de gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares empregadas na região são adequadas à reciclagem dos plásticos?

3.3 Delimitação do Estudo

O projeto em questão será desenvolvido no Município de maior população existente no Vale do Rio Pardo, região central do Estado do Rio Grande do Sul. Será estudada a rede de produção e de reciclagem de plásticos existente nesse município considerando que fazem parte dessa rede:

- a Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul, através de sua usina de compostagem e separação do lixo urbano;
- a associação de catadores existente na região;
- os sucateiros ou atravessadores que negociam esses resíduos;
- as empresas recicladoras;
- as empresas transformadoras;
- a Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC;
- a sociedade; e
- outras entidades que atuam no ramo petroquímico.

Outra delimitação que se faz necessária para a conclusão da pesquisa em tempo hábil se dá em relação ao resíduo a ser analisado. Será estudado com mais detalhamento o plástico de maior representatividade na rede analisada.

3.4 Validação, Coleta e Análise dos Dados

Além da pesquisa documental, a coleta de dados foi realizada através de observação direta dos processos realizados pelos elementos que compõem a rede com auxílio de entrevistas semi-estruturadas, com roteiros distintos para cada agente envolvido. Para a sociedade o modelo do questionário utilizado na pesquisa esta disponibilizado no Apêndice A. Os questionários foram elaborados a partir das informações bibliográficas, do conhecimento do pesquisador e do processo de validação do mesmo realizado na sondagem.

Para o processo de validação foram realizados pré-testes de acordo com cada avaliação desenvolvida (sondagem). Para a caracterização dos resíduos coletados por meio da coleta formal foi empregado o método de quarteamento descrito no Manual de Gerenciamento Integrado do IPT/CEMPRE (VILHENA; ALMEIDA, 2000). Nesse caso o pré-teste foi realizado sobre a massa de resíduos de uma região de coleta. Foram retiradas amostras aleatórias e representativas de cada uma das regiões de coleta, utilizando-se da metodologia de quarteamento abrangendo todos os bairros que compõem a zona urbana do município. As amostras foram estudadas na Usina de Triagem Municipal e no Laboratório de Ensaios Físico-Químicos e Mecânicos da UNISC, onde foram realizados testes de umidade e de separação por densidade. A caracterização dos plásticos foi realizada a partir da NBR 13230 (1994), e por testes visuais, de chama, estiramento e outros que caracterizam cada um dos plásticos.

Para o recolhimento dos resíduos foram considerados os dias de coleta do lixo seco, previstos pela empresa responsável. Foram retiradas amostras aleatórias e representativas em todos os bairros que compõe a coleta naquele dia.

No Quadro 11 expõe-se o fluxo para este recolhimento, considerando a zona urbana de Santa Cruz do Sul.

ROTA/DIA	PERÍODO	REGIÃO/ÁREAS ATINGIDAS
Rota 1 Quinta-feira	Noite	Região 1: Centro, Bairro Goiás e Vila Schulz
Rota 2 Sexta-feira	Manhã	Região 2: Ruas/ bairros definidos: Adolfo Pritsch, Marcílio Dias, Parte da São José, José do Patrocínio, Bela Vista, Rua da Pedreira, Padre Olandel de Moura, Pita Pinheiro, Dona Carlota, Curitiba, Rua Acre, Corredor do João, Torrano pela Irmã Olinda.
Rota 3 Terça-feira	Manhã ou tarde	Região 3: Henrique Schuster, Lotário Heuzer (Posto de Saúde), Ipê, Jacarandá, Moinho (parte dela), Colombia, João de Barros, Joaquim Murtinho, Daltro Filho, Antonio Kipper, Santa Cecília, Valdir Rudi Kipper, Barão do Arroio Grande, Bairro São João (Edmundo Hoppe), Simão Gramlich – Bairro Aliança, Corredor Frey, Ruas do Bairro Ohland, Euclides Kliemann, Cachoeira, Agudo, Carlos Swarosky, Rua Portela, Corredor Zanette, Aratiba.
Rota 4 Quinta-feira	Manhã ou tarde	Região 4: Ruas/ bairros definidos: Ramiro Barcelos, Rio de Janeiro, Jorge Hoelze, Ernesto Isenhard, Cap. Pedro Werlang, Cristovão Colombo, Juca Werlang, Coronel Oscar Jost, Gaspar Silveira Martins, Padre Anchieta, Santa Mônica, Conselheiro Trockel, Augusto Spengler, João Pessoa, Boa Esperança, João Valdemar de Fontoura, João Kist Sobrinho, Oscar Hugo Martins.
Rota 5 Terça-feira	Manhã ou tarde	Região 5: Ruas/ bairros definidos: João Fuller, Av. Independência, Senador Salgado Filho, BR 741, Henrique Schultz, Irmão Emílio, Érico Veríssimo, Vila Schultz, Olaria, Manaus, Farroupilha, Harmonia (Divino João Haezer), Cristal (Adrelino Pedroso), João Rabuske, Gustavo Doss, Dona Carlota, Victor Frederico Baumardt (Rua da Usina) Bairros extremamente pobres, Corredor Suster, B. Rauber (Rodolfo Neumann).

Fonte: Adaptado dos dados enviados pelo DEMA - Prefeitura de Santa Cruz do Sul (2001).

Quadro 11: Apresentação das regiões da zona urbana do Município de Santa Cruz do Sul analisadas.

Após a coleta, o lixo do roteiro selecionado foi descarregado do caminhão sobre uma lona plástica em local separado. Fez-se o quarteamento da amostra. Repetiu-se o processo até que obtivéssemos uma amostra representativa, isto é que representasse as mesmas características e propriedades da massa total coletada. Sobre a amostra realizou-se a seleção dos diversos tipos de materiais. A seguir efetivou-se a pesagem de cada um dos materiais selecionados. A metodologia adotada além de basear-se em D'Almeida e Vilhena (2000), utilizou outros autores como Reichert (2001), Mansur (1993) e Phillippi (1988).

Para a preparação das amostras em campo visando as análises de umidade, foram realizadas concomitante as análises quantitativas a retirada aleatória de porções menores do monte de resíduo. A metodologia do teste de umidade baseou-se em D'Almeida e Vilhena (2000), e resume-se em pesar a amostra e secá-la em estufa, entre 100 e 103°C, até atingir peso constante. As amostras foram coletadas em três regiões de análise e eram constituídas de resíduo plástico e outros resíduos. No nosso caso na análise da umidade também traz uma avaliação do grau de contaminação do resíduo plástico, assim todas as amostras retiradas possuíam certa quantidade de resíduo plástico.

Já para a caracterização dos tipos de plásticos existentes, considerando que este é nosso principal interesse, vamos realizar a análise *in loco* na amostra por características visuais (código existente, coloração e outras características específicas). Essa análise visual também foi feita quando da visita aos agentes envolvidos com a reciclagem de plásticos e outros resíduos.

A partir da análise sobre as cinco zonas de coleta existentes no Município de Santa Cruz do Sul, foram alcançadas informações sobre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos recicláveis ou não existentes nas amostras, bem como os tipos de plásticos encontrados por região. A análise do grau de umidade foi realizada em amostras contendo plásticos e outros materiais. Os resultados da composição gravimétrica das cinco regiões de coleta estão apresentados no próximo capítulo.

Com relação à validação dos questionários utilizados nas entrevistas foi realizada por meio de análise com especialistas na área de gestão de resíduos e de reciclagem de plásticos e pré-testes. As entrevistas realizadas serão gravadas e posteriormente transcritas, relatadas e analisadas mediante a comparação com a literatura existente. Nos Apêndices B a E estão dispostos os roteiros utilizados nas entrevistas. Além das entrevistas foi realizado um Seminário Integrador proposto em 2004 pelo Grupo de Pesquisa em Reciclagem de Plásticos como forma de verificar as relações dos agentes envolvidos na rede de reciclagem de plásticos. A análise dos depoimentos disponibilizados nesse encontro também faz parte dos resultados envolvidos nessa pesquisa.

3.5 Descrição Temporal do Estudo

A partir do cronograma definido para a execução do projeto de tese e dos procedimentos metodológicos realizados podemos apresentar uma síntese dos passos metodológicos adotados bem como a ordem temporal dos mesmos. O Quadro 12 apresenta essa descrição. Na etapa do trabalho denominada correções solicitadas na qualificação, além das sugestões da banca, foram agregadas mais referências bibliográficas inerente ao tema.

Continua...				
Classificação da Pesquisa	Etapa do Trabalho	Período de Realização	Sub-Etapas e Atividades	Resultados
Pesquisa Bibliográfica	Revisão de Literatura	Março/2000 a Março/2003	Pesquisa sobre a TGS e suas propriedades	Fundamentação teórica do método e da tese
			Pesquisa sobre gerenciamento de resíduos recicláveis	
			Pesquisa sobre plásticos: mercado e reciclagem	
	Estratégia de Pesquisa	Março/2000 a Março/2003	Construção do Projeto: definição da hipótese e do problema	Delineamento do Projeto
Estudo MultiCaso em Rede (Fase de construção)	Pesquisa de Campo	Janeiro/2001 a março/2004	Estudo da Composição gravimétrica dos Resíduos dispostos na Usina do Município	Definição da composição dos resíduos da coleta formal
			Cadastramento dos agentes	Conhecimento dos agentes existentes na região (20 agentes cadastrados)
	Concepção e Elaboração dos Instrumentos Metodológicos	Janeiro/2001 a Junho/2001	Formulação dos instrumentos de coleta de dados juntos aos agentes	Produção de 06 modelos de entrevistas semi-estruturadas
	Validação dos Instrumentos	Janeiro/2001 a Dezembro/2001	Discussão dos instrumentos com especialistas e pré-teste	Análise crítica

Quadro 12: Apresentação dos procedimentos metodológicos utilizados e sua temporalidade.

Continuação.

Classificação da Pesquisa	Etapas do Trabalho	Período de Realização	Sub-Etapas e Atividades	Resultados
Estudo MultiCaso em Rede (Delimitação do Estudo e Aplicação dos Instrumentos de Coleta)	Aplicação das entrevistas semi-estruturadas	Março/2002 a Março/2004	Realização das entrevistas com agentes	Aplicações em 11 agentes da rede de reciclagem
	Qualificação do Projeto	14 de abril de 2004	Exame de Qualificação	Projeto validado academicamente
	Correções solicitadas no exame de qualificação	Maio/2004 a Agosto/2005	Revisão e atualização das informações contidas no trabalho	Correções na Tese
Estudo MultiCaso em Rede (Análise dos Dados e Elaboração do Relatório)	Redação e Apresentação da Tese	Maio/2004 a Setembro/2005	Tratamento de informações e conclusões	Análise sistêmica dos resultados encontrados
		Maio/2004 a Outubro/2005	Elaboração da Tese e Doutorado	Elaboração do Relatório
		Outubro/2005	Defesa da Tese de Doutorado	Apresentação do Relatório

Fonte: adaptado de Lerípio (2001).

O capítulo a seguir apresenta o processo realizado, destaco que o estudo partiu de uma visão macroscópica do sistema urbano para uma visão mais detalhada a partir dos agentes escolhidos. No decorrer da ação foi perceptível também existência de outros agentes que poderão vir a ser importantes na evolução da construção sustentável desse sistema. Como toda a análise requer uma delimitação a descrição do processo esta focada nos atores estudados.

4 O PROCESSO

Nesse capítulo apresentamos os resultados desse trabalho, onde é descrito o processo de construção das ações estratégicas sistêmicas apresentadas no corpo do texto. Partindo do princípio do geral para o detalhe, inicialmente foi realizada uma contextualização do gerenciamento dos resíduos domiciliares na Região do Vale do Rio Pardo, região onde encontra-se o município de Santa Cruz do Sul, objeto do estudo. Após essa contextualização estão descritos os resultados encontrados a partir da análise dos agentes envolvidos com a reciclagem de plásticos e outros resíduos. Essa análise foi realizada de acordo com procedimentos metodológicos descritos no Capítulo 3 da tese. No decorrer da sondagem muitas questões previstas na entrevista semi-estruturada não foram respondidas, algumas vezes por não haver compreensão do entrevistado em relação ao questionamento e outras por solicitar o direito de não respondê-las. Após a sondagem e correções no formulário utilizado como base para as entrevistas, retornamos aos agentes para uma nova rodada de questionamentos. A fim de preservarmos a identidade dos entrevistados utilizamos no texto um código de identificação. Além da visita aos agentes foi realizado um seminário integrador sobre reciclagem de plásticos onde cada agente foi convidado a participar e dar depoimento sobre a sua atividade produtiva: oportunidades e dificuldades.

Além das entrevistas e do seminário foram realizados estudos de campo relacionados à quantidade de resíduos coletados nos últimos anos e a composição gravimétrica dos resíduos dispostos da usina de reciclagem pela coleta formal. Estudo semelhante foi proposto aos agentes que participam da coleta informal, mas percebeu-se a não existência de dados confiáveis para a realização do mesmo.

A última parte desse capítulo apresenta uma síntese sobre o contexto e os agentes envolvidos, suas inter-relações e interdependências constatadas e o que isso afeta na reciclagem de plásticos. A capacidade de auto-regulação, critério fundamental para a existência de qualquer rede sustentável também é discutida ao final desse capítulo.

4.1 Contextualização do gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares na região do Vale do Rio Pardo e no município de Santa Cruz do Sul

Em qualquer adensamento urbano as questões ambientais têm um grau de dificuldade cada vez maior em decorrência do tipo de vida do ser humano. Dentre essas questões, a produção e destinação dos resíduos sólidos apresenta-se como um grande desafio, pois a solução de gerenciamento de resíduos com mais sustentabilidade passa inicialmente pelo grau de consciência que a população apresenta. Além disso, Silveira (2001) descreve que entre os principais fatores que influenciam a produção de resíduos sólidos urbanos encontram-se o tamanho da população, a taxa de urbanização, a variação econômica e o grau de consumo.

Dados do Conselho Regional de Desenvolvimento do Vale do Rio Pardo (COREDE, 1998) apresentam o município de Santa Cruz do Sul como o de maior adensamento populacional dessa região. O Anexo C apresenta os mapas de localização do município de Santa Cruz do Sul.

Dados do censo do IBGE (2000) apresentavam uma população de 107.632 habitantes nesse município, totalizando 48% do sexo masculino e 52% do sexo feminino. A população urbana conta com 93.786 habitantes e a rural, com 13.846, com taxa de crescimento estimada em 1,71% ao ano. A partir dessa taxa estima-se que a população chegue a 116.834 em 2005. Com relação à taxa, de urbanização, 16,79% da área do município é ocupada por adensamento urbano, com densidade urbana de 7,03/hectare (SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, 2005). Atualmente, a administração municipal conta com doze secretarias que executam as tarefas pertinentes à gestão municipal, não havendo uma secretaria específica para tratar dos assuntos decorrentes do meio ambiente. A gestão dos resíduos domiciliares é desenvolvida pela Secretaria de Transportes e Serviços Públicos. As normas existentes relacionadas ao assunto são as seguintes: a Lei nº 2.473, de 12 de maio de 1993, que cria o Conselho Municipal do Meio Ambiente e dá outras providências; a Lei nº 2.533, de 05 de novembro de 1993, que cria o Código Municipal de Limpeza Urbana; e a Lei nº 3.705, de 17 de maio de 2001, que dispõe sobre a política do meio ambiente de Santa Cruz do Sul e dá outras providências. Além dessas Leis, o Plano Ambiental do Município também foi construído em 2001, apresentando uma descrição da situação atual do município em suas várias facetas. Em relação aos resíduos sólidos urbanos, a descrição mostra a realidade daquela

época e prevê para o ano de 2002 o lançamento e uma nova campanha com foco na segregação dos resíduos na fonte. Na descrição não há menção sobre o trabalho que Associação de Catadores vem realizando, destacando apenas a estrutura da Usina de Reciclagem e Compostagem de Lixo Domiciliar existente no município, onde o esgotamento do sistema é destacado. Como ocorre na maioria dos municípios brasileiros, o processo de coleta domiciliar (transporta da origem até a “destinação final”), bem como o da triagem dos resíduos comercializáveis, foram terceirizados por meio de licitação.

Silveira (2001) afirma que na região do Vale do Rio Pardo foram produzidas cerca de 119 toneladas de resíduos por dia, demandando aproximadamente 476 m³ de espaço para depositá-los considerando o aterro como única alternativa existente e aceita. É perceptível que para o destino e a coleta de resíduos sólidos, a região do Vale do Rio Pardo apresenta diversos problemas. Em 2003, foi publicada a Agenda 21 Regional do Vale do Rio Pardo VRP) que relata a seguinte situação:

A maioria dos municípios não possui coleta seletiva, nem deposição adequada desses resíduos. Alguns municípios da microrregião centro em virtude da precária situação existente estão avaliando a possibilidade de transporte desses resíduos para o aterro sanitário existente em Minas do Leão (antigas jazidas de carvão). Na região centro-serra há um depósito e uma usina de reciclagem instalados, porém seu funcionamento está embargado por proprietários dos arredores que não querem seu funcionamento por sentirem-se prejudicados (COREDE, 2003).

A mesma referência cita que, quanto à coleta de lixo o percentual, de atendimento do serviço na região do VRP foi de 64,85%, bastante inferior à média do Estado que é de 84,05%. Santa Cruz do Sul destaca-se com 93,39% em percentual de atendimento. Esse dado demonstra que o município de Santa Cruz do Sul é o melhor atendido, mas não comprova que o município gerencia adequadamente seus resíduos, pois o processo de gerenciamento não se faz apenas com a etapa de coleta atendida; ele é muito mais que isso.

Com relação à coleta seletiva, várias ações isoladas ocorreram, mas sem apresentar resultados permanentes. Já em 1993, foi lançada em Santa Cruz do Sul uma campanha de separação de resíduos domiciliares, com o intuito de informar e estimular a população sobre a importância de separar os resíduos. Foram confeccionados cartazes, *folders*, bem como foi feita uma divulgação nas emissoras de rádio e na televisão. Segundo dados da Prefeitura Municipal de Santa Cruz do

Sul (1997), em 1995, em função da baixa adesão por parte da população, houve a necessidade de relançar a campanha, devido a problemas na mídia. Em dezembro de 1997, a Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul elaborou um projeto de seleção e reciclagem de lixo. A campanha de coleta seletiva denominada “Eu Separo”, contando com o apoio da Souza Cruz, foi proposta para a comunidade, mas funcionou por um curto período de tempo. Em linhas gerais, essa campanha visou à separação do lixo seco do lixo orgânico nas casas, abrangendo toda a cidade de Santa Cruz do Sul, zona urbana e rural. No Anexo D apresentamos uma cópia do folheto explicativo utilizado nesse período. Um dos grandes problemas que fez com que a população não aderisse a essa campanha foi o uso do mesmo caminhão para realizar a coleta do lixo seco e do lixo orgânico. O caminhão utilizado na coleta formal é um modelo com sistema compactador inadequado para a realização de coleta do lixo seco. O processo de educação ambiental realizado na época utilizou-se de várias ações, mas foi pontual só na época do lançamento da campanha. Assim, para um Plano de Gerenciamento ser eficaz, ele não pode ser concebido como uma campanha, mas como uma gama de ações inter-relacionadas que deverão compô-lo, se possível, com a participação de vários agentes da rede de reciclagem.

Na região também existe a coleta informal, realizada por catadores trabalhando individualmente e em associações. Existem inúmeras formas de organizações, constituídas por pessoas de baixa renda, muitas delas em situação de risco social. São pessoas que se valem dos resíduos, com potencial de reciclabilidade descartados pela sociedade, para suprir suas necessidades de vida. Transformam, anonimamente, com seu trabalho, tudo aquilo que é rejeitado por todos e o que a muitos causa desprezo, em matéria-prima para a produção de bens, contribuindo com uma necessidade de dar condições de sustentação ao sistema matéria-energia. Com isso, preservam a natureza, retirando dos lixões, dos terrenos baldios e das bacias hidrográficas riquezas a serem reaproveitadas por todos.

Percebeu-se que a maioria dos catadores atuantes no município, a partir da forma como estão organizados, dependem de atravessadores e sucateiros para vender seus materiais, pois individualmente não conseguem volume suficiente para efetuar a venda diretamente às indústrias, como também não possuem equipamentos necessários para a comercialização do seu resultado. Trabalhando de forma precária, a grande maioria é explorada pelos atravessadores, recebendo em

média R\$ 150,00 ao mês. Segundo depoimentos no 1º Fórum Regional de Catadores de Materiais Recicláveis (2002) nas regiões do Vale do Rio Pardo e do Vale do Taquari, nos 65 municípios que os constituem, mais de duas mil pessoas são catadores nas ruas das cidades. Poucos são organizados e trabalham de forma coletiva; apenas três Associações e duas Cooperativas foram detectadas nesse período.

É importante destacar que os catadores se inserem no chamado setor informal de trabalho ou na economia invisível (segundo circuito econômico). Nesse setor encontra-se grande parte da população brasileira, que, ao não ser absorvida pelo mercado de trabalho, descobre uma alternativa de geração de renda. É uma forma encontrada e que parece não requerer muita especialização para a execução das tarefas. Assim, encontramos aqui trabalhadores subempregados que executam tarefas de pouca ou de nenhuma especialização, os quais vendem seus produtos e serviços a baixos preços, com jornadas de trabalho incompletas ou prolongadas. Essas ocupações não possuem vínculo contratual de trabalho, ou seja, não são reconhecidas legalmente e estão fora do controle oficial.

Os catadores certamente se incluem num sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos, pois o papel que desempenham é imprescindível. É necessária uma intervenção para identificar, cadastrar e reconhecer essas pessoas, levando em conta a existência de associações existentes e/ou a competição individual.

Em relação aos sucateiros, intermediários e atravessadores, esses estão presentes na atividade e não apresentam muita contribuição para com a sustentação das relações que se baseiam apenas na mais valia, isto é, no seu próprio lucro. Mas, essa realidade pode ser diferente.

Na região e no município há indústrias de reciclagem de plásticos que até agora, em sua maioria, trabalham de maneira informal e não inter-relacionada. A UNISC, desde 2000, apóia um Grupo de Pesquisa em Reciclagem de Plásticos que tem desenvolvido várias atividades necessárias à consolidação dessa rede de reciclagem. Dentre essas atividades, destacamos os estudos sobre a realidade local, a busca de produtos reciclados que apresentem qualidade semelhante aos existentes no mercado, o apoio à implantação de indústrias de reciclagem na região e os seminários e as visitas proporcionados à comunidade. Em 2002, em parceria com dois setores internos da Universidade, o Grupo de Pesquisa apresentou um

projeto de Implantação de Coleta Seletiva para o Campus da UNISC que foi aprovado e está em andamento.

Em relação aos resíduos industriais, foi criado, em 1998 um consórcio composto por treze empresas e foi constituída a Fundação para a Proteção Ambiental de Santa Cruz do Sul (FUNPASC), sendo o principal objetivo dos consorciados o de criar uma Central de Resíduos Industriais (GAZETA DO SUL, 2002). Outras preocupações do setor industrial dominante na região estão relacionadas ao destino das embalagens vazias de agrotóxicos e ao destino das bandejas de Poliestireno expandido (PSE), utilizadas no sistema *Float*. Em ambos os casos, foram feitos acordos com outras entidades para que esses materiais fossem reciclados. Mas, o processo de reciclagem não ocorre no município, onde acontece apenas o recolhimento para a posterior destinação. Para solucionar o destino das embalagens de agrotóxicos vazias, em 2000 ocorreu a participação da AFUBRA e do SINDIFUMO em um Consórcio Intermunicipal de Recolhimento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos (CINBALAGENS). Após a tríplice lavagem, é realizado o recolhimento na região e é feito o posterior encaminhamento para a Central de Recebimento em Passo Fundo (credenciada pela FEPAM). Nessa central, as embalagens são acondicionadas para a posterior reciclagem. Para as bandejas utilizadas no Sistema *Float* (sistema utilizado para o plantio de mudas de fumo), foi firmado convênio entre AFUBRA, SINDIFUMO, Agrovete, Polímeros Delta e ABRAPEX – Associação Brasileira de Poliestireno Expandido. O processo prevê o recolhimento das bandejas, a prensagem e estocagem na região e o seu encaminhamento a empresas do ramo calçadista, para reciclagem (utilização em solados).

Os demais resíduos sólidos das indústrias (papel, papelão, plásticos, vidro, metais e outros), decorrentes da coleta seletiva nas empresas, são vendidos e disputados pelas empresas (sucateiros e intermediários) existentes na região. Uma condição exigida pela maioria das empresas é que esse terceiro tenha Licença de Operação para realizar tal atividade.

4.2 Agentes Envolvidos na Reciclagem

Dando continuidade ao processo desenvolvido para propor ações estratégicas sistêmicas e visando conhecer as redes que compõem o sistema da reciclagem de plásticos e qual a influência dos principais agentes envolvidos nessa atividade, foi realizado um estudo, em 2002, para verificar a função de cada agente desempenha.

Além da sociedade (**agente 1**), do poder público (**agente 2**) e da Universidade (**agente 3**), nesse período foram cadastrados 20 agentes envolvidos com essa atividade, tendo eles sede no Vale do Rio Pardo. Para o aprofundamento da pesquisa, foram escolhidos os agentes com sede no município de Santa Cruz do Sul, tendo sido realizados contatos prévios com esses agentes a fim de verificar sua aceitação em participar da referida pesquisa. A relação dos 20 agentes está disposta no Apêndice F. Após a triagem, foram estudados os seguintes agentes locais: sociedade (**agente 1**), poder público (**agente 2**), universidade (**agente 3**) terceiros contratados pelo poder público (**agente 4 e 5**), associação de catadores e de triadores (**agente 6 e 7**), intermediários (**agente 8 e 9**) indústria recicladora de plásticos (**agente 10 e 11**). Durante a pesquisa de campo, verificou-se a existência de outros agentes que poderiam se envolver na rede (ONGs e entidades empresariais) que serão descritos no decorrer do texto. Além da pesquisa de campo junto aos agentes os depoimentos realizados por alguns agentes no Seminário ocorrido em 2004 serão analisados e discutidos neste capítulo.

Para a realização do estudo com **a sociedade** (agente 1), foi realizada uma sondagem, sendo aplicado um questionário em uma amostra da população que vive nas cinco regiões de coleta existentes no município de Santa Cruz do Sul. O mapa com a delimitação das regiões de coleta está disponível no Anexo E. A título de comparação, o mesmo formulário de pesquisa foi aplicado em santa-cruzenses que participaram do III Seminário Regional: Educação Ambiental, realizado na UNISC em 2002, que apresentou como tema Lixo & Sustentabilidade. Esse estudo com a sociedade baseou-se nos seguintes indicadores:

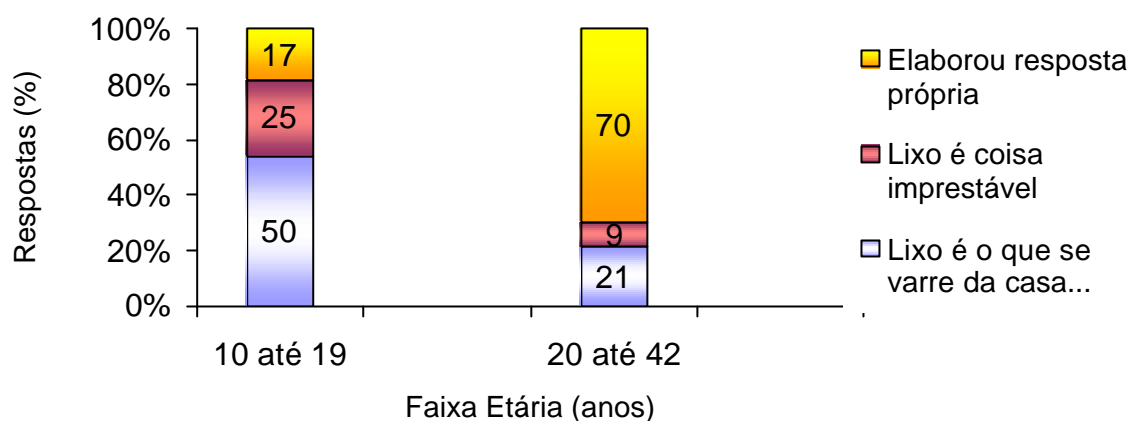
- conhecimento da população em relação ao conceito de lixo;
- separação e disposição do lixo gerado;
- dificuldades na separação;
- responsabilidade pela destinação do lixo domiciliar;

- existência de coleta seletiva no município; e
- percepção sobre o resíduo que vem apresentando maior volume no lixo gerado.

Além dessas informações a idade e o grau de escolaridade foram solicitados, com o objetivo de se verificar a existência ou não de mudanças nas respostas apresentadas. Um pré-teste foi realizado com 10 pessoas por região de coleta a fim de verificar se havia dificuldades de entendimento nos questionamentos. Não foi verificada qualquer dificuldade de entendimento em relação às questões apresentadas. Após o pré-teste, mais 90 pessoas foram entrevistadas por região de coleta.

Após a aplicação do questionário no Seminário de Educação Ambiental, verificou-se que a faixa etária atingida foi de 12 a 42 anos e que 47 cidadãos do município de Santa Cruz do Sul responderam ao questionário.

No que se refere ao conhecimento das pessoas, presentes no Seminário, em relação ao conceito sobre lixo, percebe-se que há diferença na forma de responder a esse questionamento de acordo com a faixa etária. Dos 10 aos 19 anos (51% sobre a amostra total), 50% responderam a primeira questão sobre a definição do lixo, como sendo o que se varre da casa, da rua e se joga fora, entulho; e 25% responderam que lixo é coisa imprestável. Do restante da amostra 17% elaboraram uma resposta própria e 8% não responderam. Dos 20 aos 42 anos (49% sobre a amostra total), 70% optaram por elaborar uma resposta própria, em que o conceito de que o lixo tem valor está presente, diferente dos conceitos propostos no questionário. Do restante, 9% responderam que lixo é coisa imprestável e 21% responderam que lixo é o que se varre da casa, da rua, se joga fora, entulho. O Gráfico 16 apresenta uma comparação entre as respostas por faixa etária.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 16: Relação entre respostas sobre o conceito de lixo e faixa etária.

Em uma análise global para a definição de lixo, 36,17% optaram por classificar lixo como sendo o que se varre da casa, da rua, se joga fora, entulho; e 17,02% acreditam ser coisa imprestável. Ambas as definições são pejorativas e não contribuem para uma mudança de paradigma. Da amostra estudada, 46,81% descrevem o lixo de outras maneiras, como por exemplo: é um material a ser reaproveitado, algo que necessita ser reciclado para ser reutilizado, tudo aquilo que julgamos não ser mais útil no momento, resíduos e rejeitos, o que todos produzem e algo com valor econômico e social.

O mesmo questionário foi aplicado sobre uma amostra de 500 pessoas (100 por região de coleta) e não apresentou variações consideráveis em relação à faixa etária, pois nas regiões os entrevistados ficaram em uma faixa etária entre 30 e 50 anos, tendo um resultado global assim descrito: 42% da população amostrada define lixo como sendo o que se varre da casa, da rua, se joga fora, é entulho; 38% acreditam ser coisa imprestável; e 20% optaram por escrever que lixo é algo inservível no momento, material que pode ser reciclado, coisas que para nós não têm mais proveito, materiais descartáveis e matéria orgânica, resíduos que podem ser utilizados novamente, etc. A parcela de 20% que definiram de uma outra forma o lixo estão nas regiões de coleta 3, 4 e 5. A título de organização da coleta formal a zona urbana do município, na época da pesquisa estava dividida em 5 regiões, apresentadas em anexo e que serão discutidas a seguir.

A partir do resultado da pesquisa com amostras da população, percebe-se que há necessidade de existir um plano permanente de ações voltadas à educação ambiental, com foco na questão dos resíduos gerados, buscando uma mudança de comportamento. Comparando-se os resultados, pode-se observar que há variações na percepção das pessoas quando participam de atividades de educação ambiental, isto é, as pessoas estão sensíveis, mas não mobilizadas. Lerípio (2001) propõe que a mobilização pode ser realizada por meio da técnica SCC – sensibilização, conscientização e capacitação. O mesmo autor define a sensibilização como um processo de fora para dentro (campanhas através de *folders*, cartazes, notícias,...). Já a consciência é um processo interno, muitas vezes longo e inerente ao conhecimento e ao entendimento das relações existentes entre a pessoa e o ambiente que a cerca. A pessoa que já passou por essas fases tem interesse e, por consequência, menos barreiras para buscar e receber capacitação. A mudança de comportamento é decorrência dessa caminhada. A Figura 17 apresenta um diagrama representativo da mobilização para mudança de comportamento.

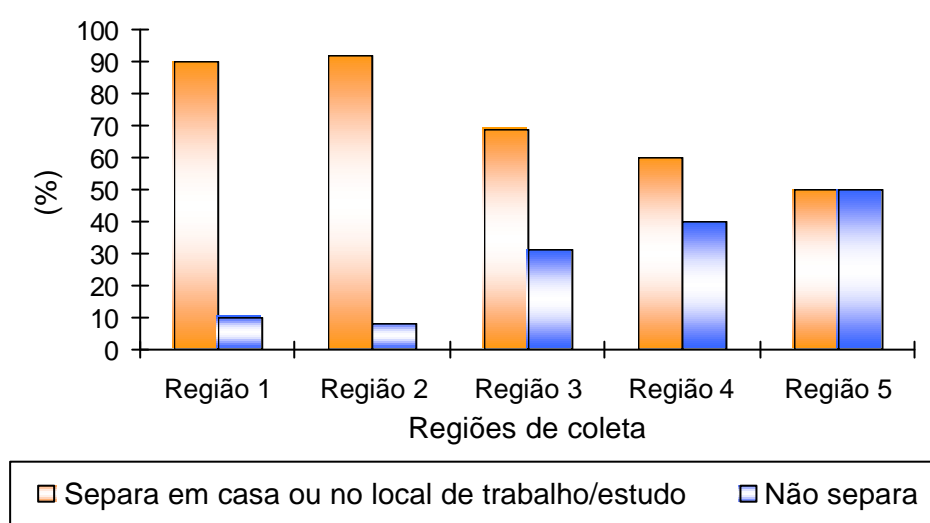


Fonte: Adaptado de Lerípio (2001).

Figura 17: Diagrama da mobilização de pessoas para a mudança de comportamento.

Em relação à separação e disposição do lixo gerado, 91,5% dos santa-cruzenses, que responderam a questão no Seminário, relatam que realizam separação e os 8,5% restantes não realizam. Dos que responderam realizar a

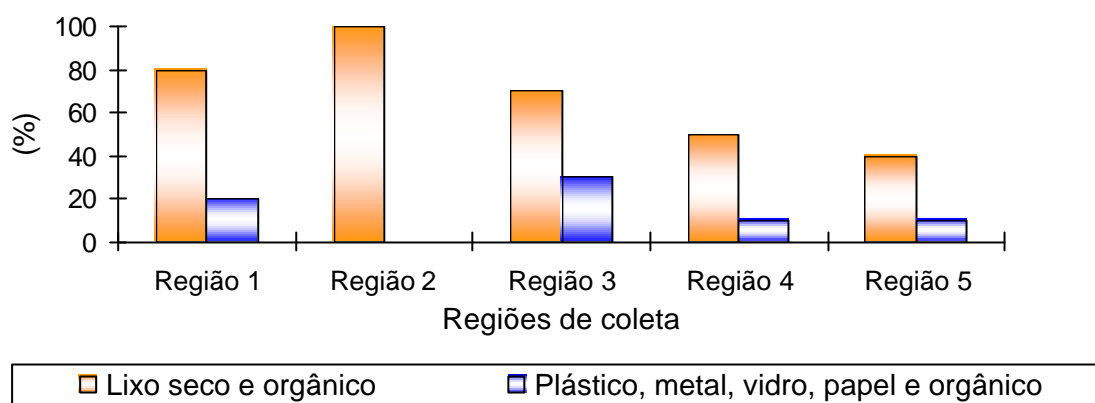
separação, 32 respondentes separam em casa e 11, no lugar de trabalho e/ou de estudo. Quanto à forma de separação, 85% dos entrevistados separam em lixo seco e orgânico, 11% disseram classificar em plástico, vidro, metal, papel e orgânico e 4%, em outro método, tal como, papéis de escritório, lixo limpo (plásticos, alumínio, papelão), orgânico e rejeitos, vidros de compota, latas de alumínio, PET, latas de refrigerante e cerveja para doar. A mesma questão aplicada às regiões de coleta apresentou o resultado descrito no Gráfico 17.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 17: Percentuais de separação dos resíduos pelos cidadãos amostrados nas regiões de coleta.

Em relação à forma de como é realizada a separação, o resultado encontrado, para os entrevistados que dizem separar o lixo, foi o descrito no Gráfico 18, de cuja análise dos dados se observa uma maior segregação multisseletiva (plástico, papel, vidro, metal e orgânico) nas regiões 1 e 3, onde existe concentração de áreas comerciais (centro – região 1 e bairro Arroio Grande – região 3).



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 18: Forma de separação do resíduo gerado.

Aos entrevistados que responderam que não separam o lixo foi acrescentado mais um questionamento: por que não realiza a separação? A questão foi do tipo aberta, em que a pessoa respondia com total liberdade. Das respostas coletadas, cerca de 60% responderam que não separam porque o caminhão que coleta o lixo mistura tudo (e/ou é o mesmo caminhão); 25% não têm informação sobre a coleta seletiva (muitos fizeram referência ao não-conhecimento sobre o dia da coleta do lixo seco) e 15% dos entrevistados mencionaram não saber separar (acham trabalhoso e não demonstram muito interesse).

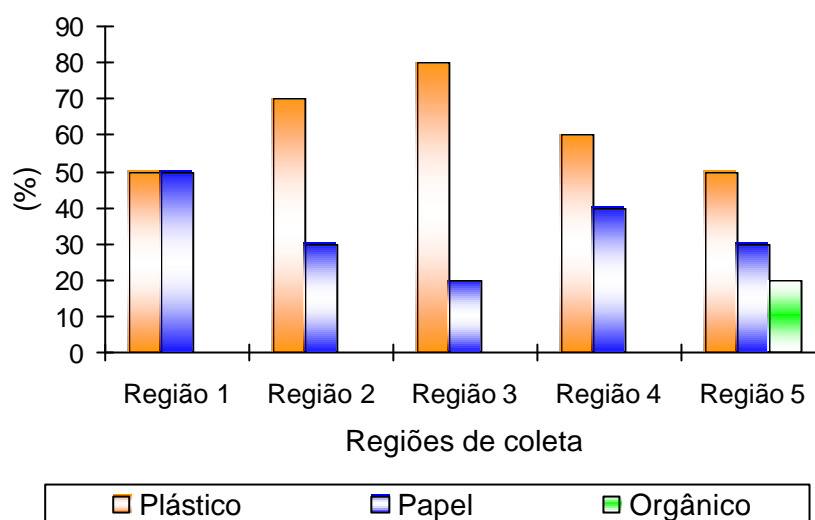
Em relação ao questionamento que se refere ao local onde é depositado o lixo para o recolhimento, a maioria relatou no Seminário, isto é 92%, que deposita em frente ao seu domicílio, pela facilidade e pelo comodismo, somando os demais resultados, restaram 8% que se dividem entre deixar em Pontos de Entrega Voluntária (PEV) ou em Associações de Catadores. A mesma questão aplicada nas amostras nas regiões de coleta, revela a comodidade existente, sendo que 98% dos entrevistados na amostra global responderam que colocam o lixo em frente à residência ou no lixo coletivo do prédio e apenas 2% mencionaram que doam latas e vidros.

Para a análise da responsabilidade da destinação do lixo domiciliar, foram indicados três agentes: prefeitura, cidadão e empresas recicladoras, além da opção de apontar outro agente podendo defini-lo. Nessa questão, foi dada a alternativa de múltipla escolha e os resultados foram os seguintes: a prefeitura e o cidadão foram

assinalados pela maioria, tanto no Seminário quanto nas regiões de coleta. Se considerarmos que um Sistema de Gerenciamento de Resíduos pode ser dividido em duas fases, a fase interna, de responsabilidade do gerador (cidadão), que compreende a coleta, incluindo o acondicionamento e o armazenamento, e a fase externa, em que se encontram os serviços de limpeza (entre eles o recolhimento e a destinação de resíduos), de fiscalização e regulamentação de responsabilidade do gestor (poder público), as respostas são coerentes com essa lógica. Dos entrevistados, 25% pensam que as empresas recicladoras também devem se preocupar com a correta destinação do lixo, e apenas cerca de 1% sugeriu que os produtores de embalagens devem se preocupar com a destinação final adequada dos resíduos consumidos.

O questionamento sobre a existência de coleta seletiva de lixo no seu município foi o que causou maior dúvida entre os entrevistados, pois muitos desconhecem os dias de coleta de recicláveis e orgânicos, ou acham que o sistema de coleta seletiva municipal não está funcionando. A sociedade se mostrou desmotivada com a situação atual e pede por uma nova campanha nessa área. Tanto no Seminário quanto nas regiões onde essa questão foi abordada não houve indicação sobre o trabalho dos catadores e sobre a relação com uma possível coleta seletiva.

Em relação à percepção sobre o resíduo que vem apresentando maior volume no lixo gerado, o mais indicado, no Seminário, foi o plástico com 57,86 %; depois foi o papel, com 33,33 %. O resíduo orgânico, como alternativa, de ser reciclado através da compostagem, representou 6% da amostra, enquanto 4% se destinaram para vidro e metal. Nas regiões de coleta, o resultado a essa questão foi bastante semelhante e pode ser estratificado pelas regiões, de acordo com o Gráfico 19:



Fonte: A autora (2005).

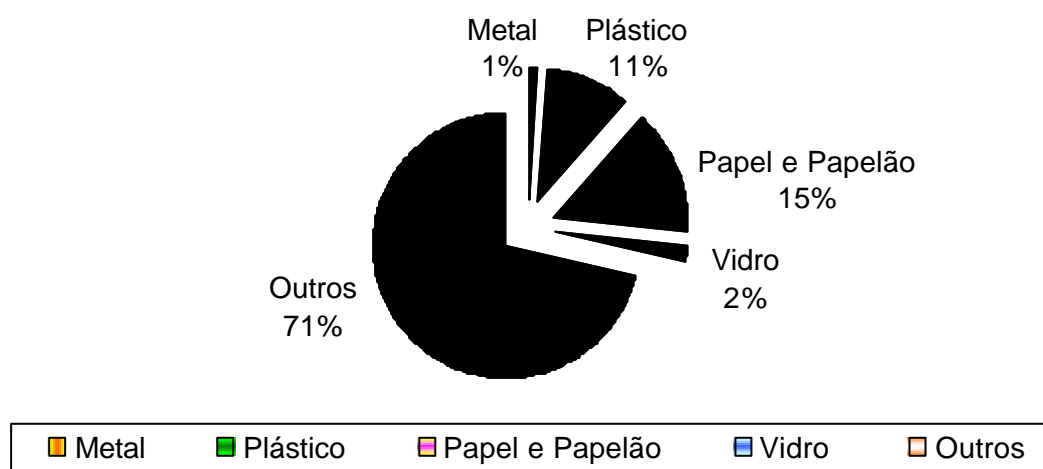
Gráfico 19: Percepções dos entrevistados em relação aos resíduos gerados em maior volume.

Desses resultados, é possível observar que o resíduo orgânico só foi mencionado por atores que vivem na região 5, o que pode representar uma maior produção desse resíduo. Com relação às regiões e à percepção sobre o resíduo que apresenta maior volume o plástico foi o mais mencionado na maioria das regiões. Na região 1, o plástico e o papel foram mencionados com a mesma intensidade, em decorrência da existência de grande quantidade de embalagens (caixas de papelão e outras) utilizadas para acondicionar as mercadorias que vêm para o comércio existente no local. Nessa região existem vários catadores individuais atuando na coleta de papelão, papel, metal e plástico.

Além desse estudo sobre a sociedade, foi realizado em 2001 um estudo sobre a composição gravimétrica do resíduo urbano gerado nas cinco regiões de coleta. Essa pesquisa foi realizada baseando-se nos dias da coleta seletiva que deveria existir em toda a zona urbana do município. A partir da análise sobre as cinco zonas de coleta existentes no Município de Santa Cruz do Sul, foram encontradas informações quantitativas e qualitativas sobre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos recicláveis ou não existentes nas amostras, bem como sobre os tipos de plásticos encontrados por região. A análise do grau de

umidade foi realizada em amostras contendo plásticos e outros materiais. Os resultados da composição gravimétrica das cinco regiões de coleta estão apresentados nos gráficos 20 a 30.

Nos Gráficos 20, 21 e 22 são apresentados os resultados da composição gravimétrica das amostras coletadas na região central (região 1). A análise dessa amostra revela um grau de contaminação muito elevado, pois foi encontrado inclusive resíduo de serviços de saúde, possivelmente originado em consultórios odontológicos. No Gráfico 20 podem ser observados os principais resíduos sólidos recicláveis amostrados na região central do município. Não foi possível separar com maior especificação outros resíduos, tendo em vista o grau de mistura existente na amostra. Outra informação importante refere-se ao percentual do item “outros”, descrito no Gráfico 20, pois a mistura de matéria orgânica e de rejeito apresentou-se extremamente alta, impossibilitando uma melhor identificação dos resíduos.

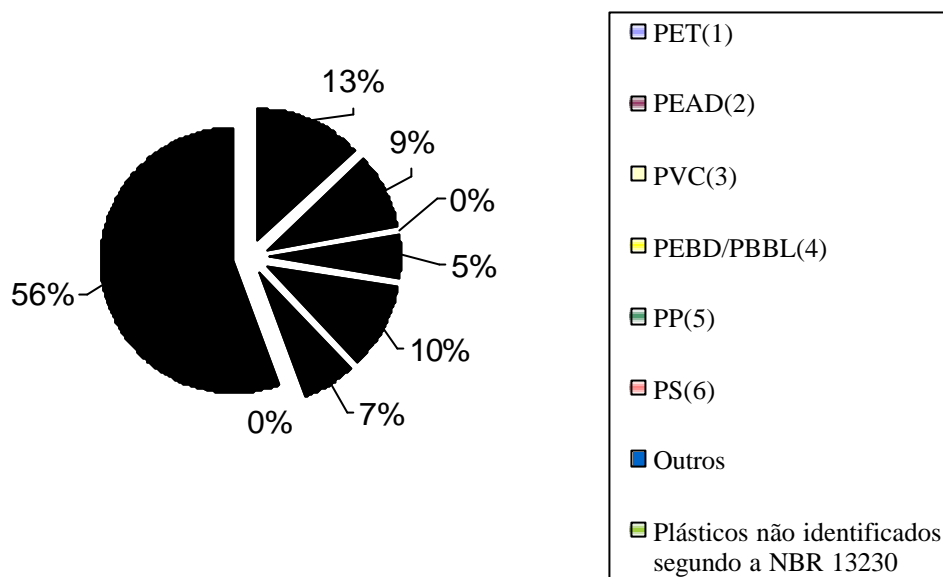


Fonte: A autora (2005).

Gráfico 20: Composição gravimétrica dos principais resíduos sólidos recicláveis amostrados na região central.

Nos Gráficos 21 e 22, é apresentada a análise sobre os plásticos encontrados na região. O Gráfico 21 resultou de uma análise sobre a amostra utilizando-se apenas a identificação a partir da NBR 13230 (1994). Depois dessa

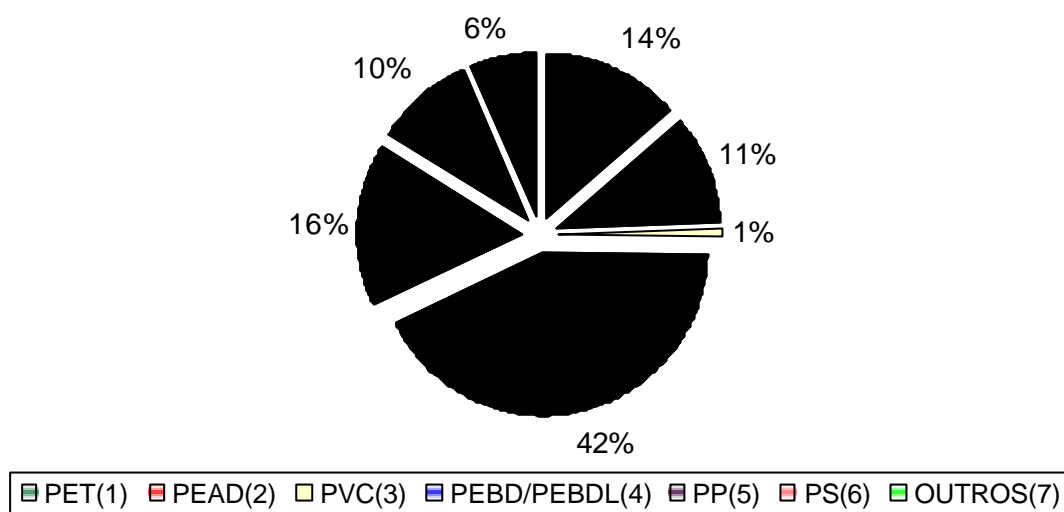
análise, foi novamente realizada a caracterização sobre toda a amostra de plásticos, utilizando-se vários métodos, cujo resultado encontra-se no Gráfico 22.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 21: Composição gravimétrica dos plásticos encontrados na amostra da região central do município.

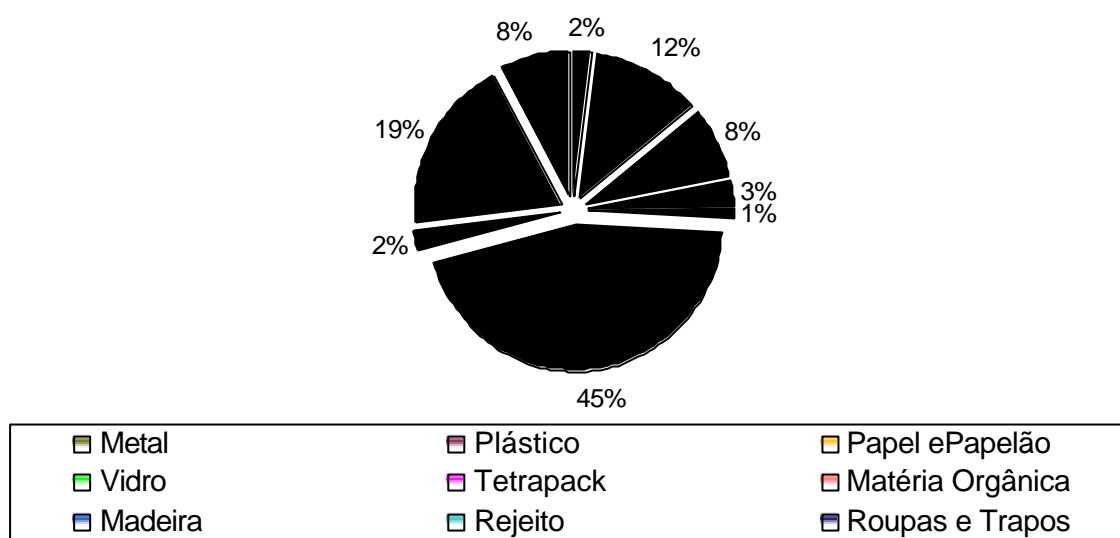
O resultado dessa ação mostra que 56% da amostra de plásticos analisada não estava identificada segundo a NBR 13230. Algumas embalagens plásticas apresentavam identificação incorreta, o que é muito preocupante, pois demonstra o total desinteresse da fabricante em relação à correta identificação. Dos plásticos não identificados, os polietilenos e os polipropilenos foram os que apresentaram maior incidência da não-existência da simbologia correta de identificação. Após essa análise, foram acrescentadas outras técnicas para identificação, descritas no capítulo anterior. Assim, a caracterização final dos plásticos encontrados nessa região assume o perfil descrito no Gráfico 22. Decorrente dessa análise, foram utilizadas, para a caracterização dos plásticos encontrados nas outras regiões estudadas, as técnicas necessárias para a identificação dos tipos de plásticos.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 22: Composição gravimétrica dos plásticos encontrados na região central do município.

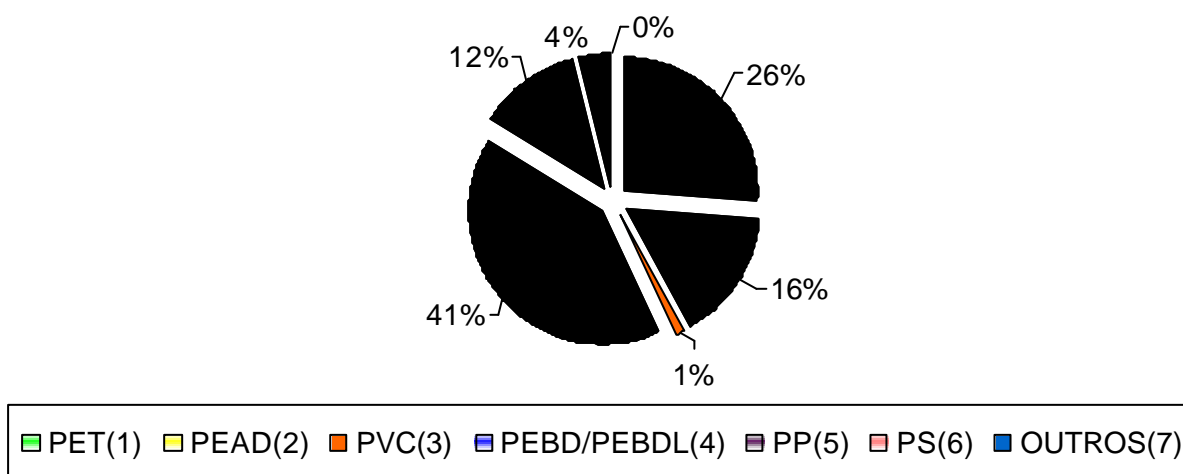
Na amostra da região de coleta 2, mesmo sendo originada de uma região extremamente pobre, onde existe bairro considerado muito perigoso, ponto de drogas e de prostituição, foi possível diferenciar com maior profundidade os resíduos amostrados. Os Gráficos 23 e 24 apresentam a composição gravimétrica dessa região.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 23: Composição gravimétrica dos principais resíduos sólidos amostrados na região de coleta nº 2.

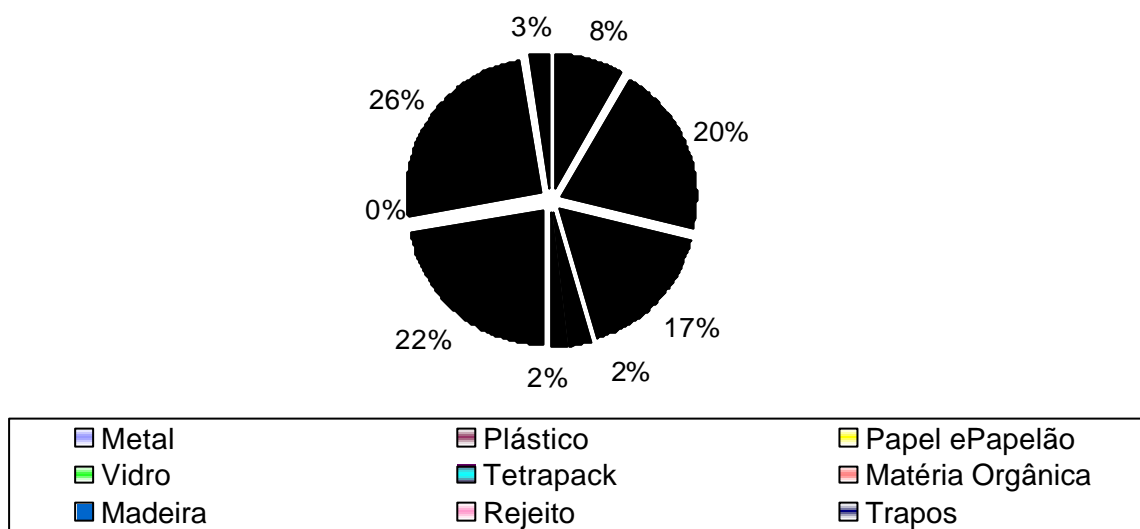
Os 12% de plásticos encontrados se caracterizam, nessa região, da seguinte forma:



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 24: Composição gravimétrica dos principais resíduos plásticos amostrados na região de coleta nº 2.

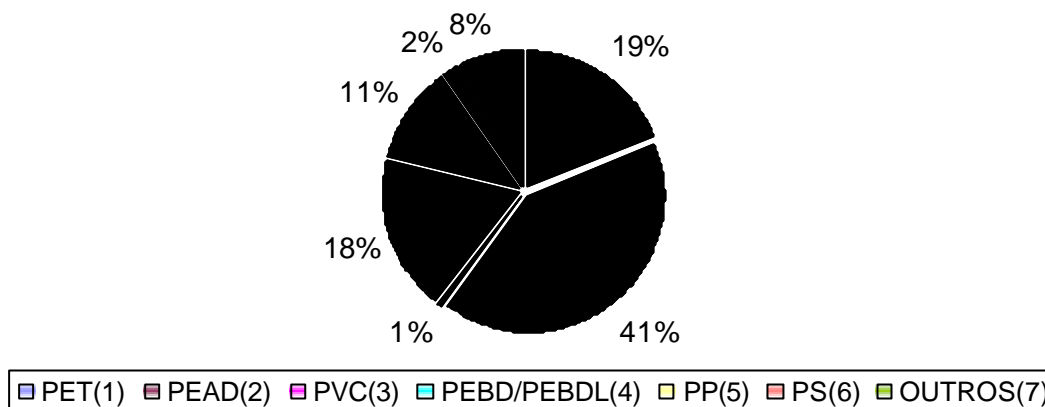
Na região de coleta 3, está localizado o maior bairro do município, denominado Bairro Arroio Grande. Nele encontram-se várias lojas e diversos serviços. Essa região também congrega bairros bastante próximos do distrito industrial. Os Gráficos 25 e 26 apresentam a composição gravimétrica da região 3.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 25: Composição gravimétrica dos principais resíduos sólidos amostrados na região de coleta nº 3.

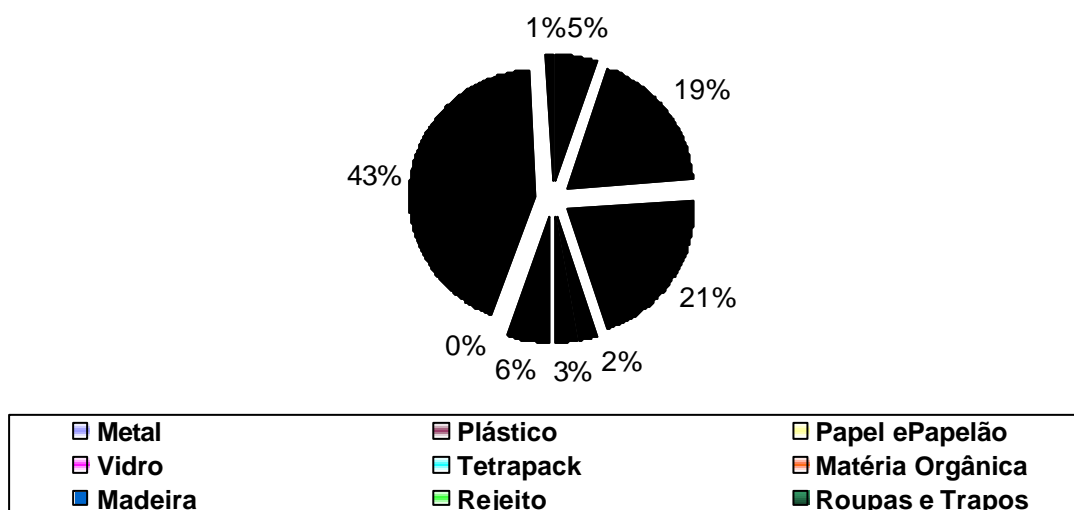
Nessa região foram amostrados 20% de plásticos que se dividem nos seguintes tipos:



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 26: Composição gravimétrica dos plásticos encontrados na região 3 do município.

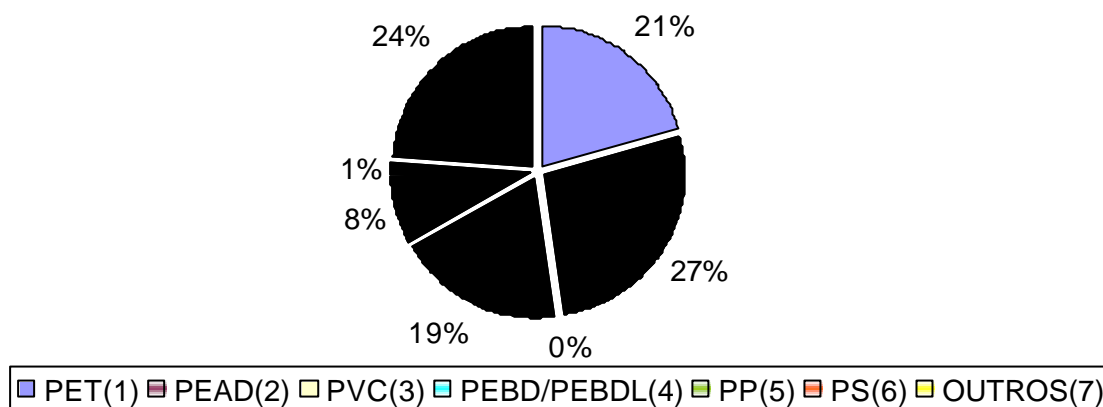
Na região de coleta 4, existem bairros considerados de classe média alta. Nos Gráficos 27 e 28 estão apresentadas as composições gravimétricas dessa região, que apresentou um percentual de rejeitos elevado em relação às outras regiões, mas na análise visual percebeu-se uma maior separação dos resíduos do que nas demais regiões. Mesmo assim, também havia matéria orgânica presente, só que na maior parte da amostra separada do restante.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 27: Composição gravimétrica dos principais resíduos sólidos amostrados na região de coleta nº 4.

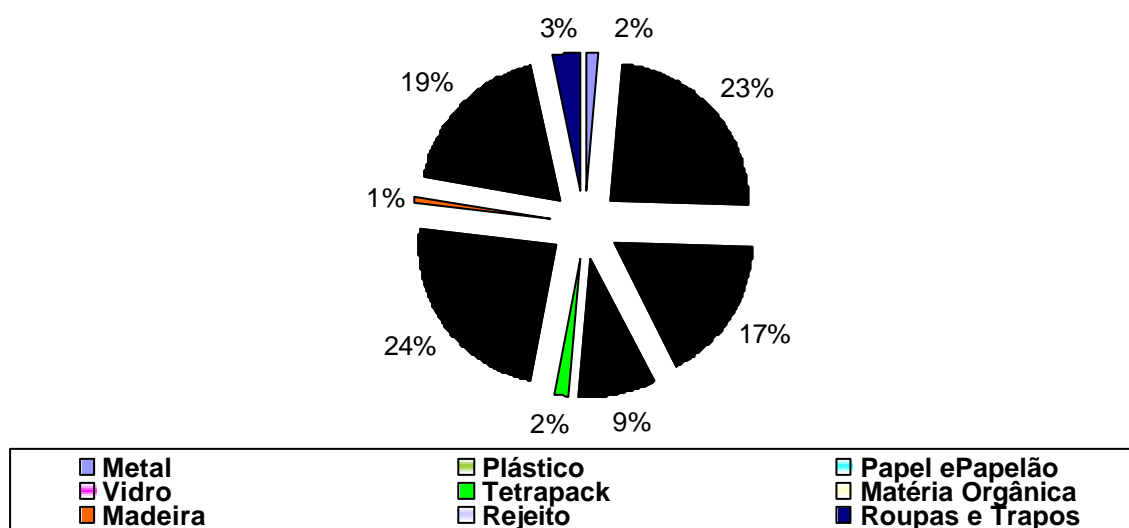
Nessa amostra, 19% era plástico, percentual semelhante ao da região 3. A composição gravimétrica dos plásticos apresentou o descrito no Gráfico 28.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 28: Composição gravimétrica dos plásticos encontrados na região 4 do município de Santa Cruz do Sul.

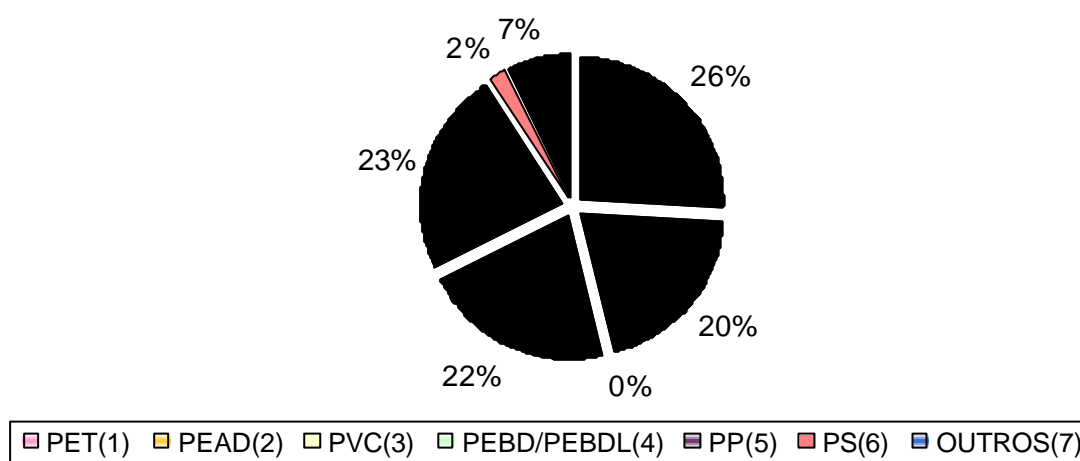
A última região analisada foi a região 5 que abarca o distrito industrial e onde se localiza a Usina de Triagem do Município, além de apresentar bairros extremamente pobres. Nos Gráficos 29 e 30 estão demonstrados os resultados da composição gravimétrica relativa a essa região.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 29: Composição gravimétrica dos principais resíduos sólidos amostrados na região de coleta nº 5 do Município de Santa Cruz do Sul.

Nessa região, a amostra analisada demonstrou um alto índice de matéria orgânica (24%), além de um alto índice de plásticos presentes (23%). Da análise sobre os plásticos encontrados, resultaram os percentuais descritos no Gráfico 30.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 30: Composição gravimétrica dos plásticos encontrados na região 5 do município de Santa Cruz do Sul.

Em uma análise global sobre as regiões, observa-se que o metal apresenta índice bastante baixo. Isso ocorre porque grande parte das latas de bebidas carbonatadas são coletadas pelos catadores na coleta informal. O vidro também não aparece na massa de resíduos com grande intensidade. Isso ocorre principalmente pelos hábitos culturais existentes em Santa Cruz do Sul e também por ter sido substituído, nos últimos anos, pelo plástico na confecção de embalagens, especialmente as alimentícias. Na observação em campo foi percebido que o plástico representa, no mínimo, o dobro em volume se comparado com os papéis amostrados.

Com relação aos testes de umidade, seus resultados estão dispostos nas Tabelas 16, 17 e 18 em que são apresentados os resíduos mais encontrados nas amostras. Verifica-se que as amostras que continham matéria orgânica e rejeitos apresentam percentual de umidade superior.

Tabela 16: Resultados da análise de umidade na amostra da região de coleta 2.

Amostra	Composição geral	Umidade (%)
1	Plástico e papel	5,75
2	Plástico, matéria orgânica e papel	10,16
3	Matéria orgânica e plástico	12,88

Fonte: A autora (2005).

Tabela 17: Resultados do teste de umidade realizado na amostragem da região 4.

Amostra	Composição geral	Umidade (%)
1	Plástico, papel e lata	8,77
2	Plástico, papel, sapato, matéria orgânica e fios de luz	5,78
3	Plástico, papel, pano e matéria orgânica	9,02

Fonte: A autora (2005).

Tabela 18: Resultados do teste de umidade realizado na amostragem da região 5.

Amostra	Composição geral	Umidade (%)
1	Plástico, matéria orgânica e papel	33,21
2	Plástico e papel	12,96
3	Plástico, papel e pano	21,2

Fonte: A autora (2005).

Além das Tabelas apresentadas acima as Fotos 1 e 2 mostram em detalhes alguns resíduos plásticos – garrafas PET e plástico duro - já enfardados para comercialização, resultantes do processo realizado na Usina do município. É perceptível visualmente o elevado grau de contaminação existente nesse resíduo.



Fonte: A autora (2005).

Foto 1: Fardo de plástico duro.



Fonte: A autora (2005).

Foto 2: Fardo de garrafas plásticas.

Desses resultados, pode ser destacado a importância de existir um sistema de coleta diferenciado para o resíduo seco, potencialmente reciclável (plástico, metal, vidro, papel, papelão,...), e para o resíduo potencialmente compostável (matéria orgânica). Em relação aos trapos e à madeira, se esse material for segregado, pode ter outro destino, ou seja, pode ser reaproveitado. Para o rejeito, devem surgir campanhas de educação ambiental que evitem sua produção, mas se ele for produzido, que possa ser coletado junto com a matéria orgânica para sua posterior separação em um pátio de compostagem.

Em relação aos dados disponibilizados pelo **Poder Público** (agente 2), em 2002 foi realizada uma entrevista com o Secretário de Transportes e Serviços

Públicos do município e com um estagiário responsável pelo processo relacionado ao lixo. Nessa entrevista, foi-nos relatado que o serviço de controle em relação à quantidade de lixo gerada e aos materiais produzidos na triagem é feito por uma empresa terceirizada, que na época era o **agente 4** e que atua desde 1999 no município, devendo ocorrer nova licitação dentro de pouco tempo. Além desse agente outro realizava o recolhimento e transporte até a usina, o qual denominamos **agente 5**. Os resíduos são pesados e o serviço de inspeção é realizado mensalmente por encarregados da prefeitura. O recolhimento é feito integralmente e a separação ocorre na usina de lixo. O caminhão recolhe os resíduos na frente das residências na condição em que os moradores os colocam, mesmo que estejam misturados, não existindo veículo específico para coleta seletiva.

Conforme a percepção dos entrevistados, o resíduo que vem crescendo em volume, recentemente, é o plástico mole. Quanto aos resíduos orgânicos, não está sendo feita a compostagem. Num primeiro momento, o estagiário não soube responder a respeito do destino do plástico, dos cuidados que estão sendo tomados e do gerenciamento.

A interferência no processo ocorre somente na fiscalização, mas também há um funcionário administrando a usina, com o objetivo de verificar onde são feitos os depósitos, se a separação do lixo está correta, se os materiais não estão indo diretamente para o aterro, dentre outras atividades. O **agente 4** procura observar o que está prescrito na licitação. Os representantes do poder público que foram entrevistados conceituaram o **agente 4** como sendo uma empresa que vende o plástico a terceiros, mesmo sendo a responsável pelo destino do lixo.

O estagiário afirmou que não participa das decisões inovadoras referentes ao lixo. Quanto à relação plástico *versus* meio ambiente, ele pensa que os dois não combinam, mas que é preciso reciclar.

Os responsáveis pretendem continuar com a terceirização do recolhimento, da triagem e da venda do lixo e realizar campanhas de coleta seletiva, algo que não está funcionando em Santa Cruz do Sul, destacando como principais agentes as escolas, a comunidade (moradores dos bairros) e as igrejas. Citam, ainda, o incentivo a cooperativas para pessoas carentes e para a associação de catadores, visto que muitas famílias vivem da venda de resíduos recicláveis, pois o que for recolhido pelos catadores será um peso a menos para os lixeiros recolherem. A Universidade é o ponto básico para que se faça um movimento de conscientização

da sociedade, pois no município não há muitos profissionais que se dedicam a esse ramo. A Secretaria da Educação do município já está desenvolvendo campanhas educativas nas escolas municipais e nas patrulhas ambientais.

Naquele período, a empresa que realizava a triagem e a venda de materiais recicláveis via licitação pública era o **agente 4**, conforme mencionado anteriormente. Na entrevista realizada com o mesmo, os dados disponibilizados foram os descritos abaixo. Além dessas informações foram-nos disponibilizadas as planilhas de controle utilizadas pelo mesmo. No referido período, o resíduo vinha de Santa Cruz do Sul, de Vale do Sol e de Passo do Sobrado. Do resíduo triado, o plástico era enviado para recicladores situados em São Leopoldo, Porto Alegre, Santa Catarina, Caxias do Sul, Santa Cruz do Sul, Vale do Sol. Um cliente importante que se destacou na compra de resíduos foi a Gerdau para os metais.

Os materiais mais reciclados eram metais, plásticos, vidro e papel, por serem menos contaminados. Quando se encontrava resíduo de serviço de saúde este era incinerado. Segundo o entrevistado, o que motivou a formação da empresa foi o fato de a mão-de-obra ser considerada excluída do mercado formal, não havendo exigências para os trabalhadores, ou seja, não necessitavam de especialização.

Naquela época, o preço médio pago por quilo de plástico era o apresentado no Quadro 13.

Tipo de classificação utilizada	Preço (R\$)
Plástico mole	0,10
PET	0,35
Plástico cristal	0,25

Fonte: A autora (2005).

Quadro 13: Preço médio pago por quilos de plásticos.

As melhorias realizadas na empresa foram em relação à participação de todos nas decisões, aumentando, assim, o espírito social. Utilizavam prensas convencionais, e na atividade de catação na esteira, a mulher foi considerada pelo entrevistado como sendo a mais receptiva e detalhista na realização das tarefas.

O grande problema está na contaminação dos materiais, pois, na

percepção do entrevistado, somente 25% do lixo é composto de recicláveis. Para o entrevistado, outro fator é a concorrência sazonal, estando, a solução no fato de cada família se conscientizar da necessidade da coleta seletiva.

Com relação ao processo produtivo existente na usina de triagem do município de Santa Cruz do Sul, podemos descrevê-lo da seguinte forma: um caminhão compactador chega e despeja os lixos coletados em um galpão coberto, onde os funcionários abrem os sacos e despejam os resíduos em um funil dosador que abastece a esteira de triagem de uma forma contínua e gradual.

Na esteira de triagem, os resíduos com potencial de reciclagem são separados, existindo equipe por resíduo. A primeira equipe verifica se há algum saco a ser rompido e separa os resíduos maiores (papelão e outros). Após, há equipes que separam plásticos, metal e vidro. Alguns dos trabalhadores da esteira coletam mais de um tipo de material, estando entre os primeiros separados o papelão e as sacolas que são rasgadas para que os resíduos sejam despejados e coletados pelos próximos operadores. Os encarregados de tirar as garrafas PET possuem dispositivos pontiagudos fixados na bancada da esteira, para furar as garrafas, facilitando a posterior compactação do material em uma prensa. Um fato importante observado é que todos os cooperados utilizavam equipamentos de segurança (EPI) necessários para quem maneja com resíduos sólidos. Assim, os materiais são separados de uma maneira pouco complexa e são separados da seguinte forma por agentes que trabalham na esteira:

- 1º. Papéis – papelão, papel misto, papel jornal, papel branco e Tetra Pak®.
- 2º. Plásticos – plástico duro, PET verde, PET branco, PET misto, plástico cristal, plástico mole e PVC.
- 3º. Metais – latas e alumínio.
- 4º. Vidro – Nescafé médio e grande, vidros de conservas e garrafas de vinho.

Especificando alguns termos utilizados, o plástico duro refere-se aos PEAD e outros, o plástico mole equivale a PEBD e PP e no grupo do plástico cristal inclui-se o Poliestireno (PS). O alumínio é usado para designar as latinhas de refrigerante e em latas estão as de alimento, como as de óleo, enlatados. Quanto aos papéis, o branco classifica-se como o papel ofício, folhas de caderno de impressões

no microcomputador. Os mistos são os papéis de diversas cores e picados. O papelão pode ser encontrado nas embalagens de produtos, principalmente protegendo eletrodomésticos e televisores. E, por fim, o Tetra Pak® (embalagem multicamada) emprega-se nas embalagens longa vida, tais como as de leite e sucos, por exemplo.

O que não é triado vai para um caminhão basculante e era levado para um aterro controlado, localizado em uma área ao no fundo da esteira de triagem. Na visita à Usina, pôde-se perceber uma grande quantidade de plásticos misturados com a matéria orgânica e o rejeito, mostrando que o sistema não é suficiente para separá-los totalmente. Conforme entrevista realizada com esse agente, havia em média 50 cooperadores trabalhando, desde julho de 1999 até dezembro de 2002, junto ao processo.

Quanto ao grau de consumo, conforme diversos autores, há uma variabilidade de região para região, de 300 a 1500 gramas/pessoas/dia, face aos aspectos culturais, econômicos e pela própria metodologia utilizada na obtenção dos dados. Em Santa Cruz do Sul, esse índice ficou na média de 500 gramas/habitante/dia, nesse período, sem considerar a existência de catadores de rua, que recolhem os resíduos recicláveis antes da coleta municipal. Atualmente, estima-se que esse valor alcance 800 gramas/habitante/dia.

Com relação às entradas, saídas e perdas desse sistema da matéria-prima em questão, ou seja, o resíduo, os dados encontrados baseiam-se nas planilhas de controle disponibilizadas pelo **agente 4** e pelo poder público. Foram disponibilizadas planilhas de 1996 até 2001. As planilhas de 1996 relacionam os materiais vendidos pela usina nesse ano e fazem menção a papelão, papel, plástico duro, raio x e vidro quebrado. Em 1997 começam a constar outros materiais, contabilizando doze materiais no total. Em 1998 começa a aparecer uma diferenciação entre os plásticos que naquele período são divididos para venda da seguinte forma: plástico duro, plástico PET e saco plástico. Nesse período, não há registro da quantidade de resíduos que entravam na usina e da quantidade que ia para o aterro controlado. No Quadro 14 apresentamos a quantidade de plásticos que foi triada e vendida e seu preço médio no ano de 1998.

Classificação do Material	Quantidade (Kg)	Preço médio (R\$/Kg)
Plástico PET	115.560	0,07
Plástico duro	165.385	0,07
Plástico mole	63540	0,01
Sucata plástica	21.000	0,01

Fonte: A autora (2005).

Quadro 14: Quantidade e preço médio pago pelos materiais plásticos vendidos pela usina em 1998.

O Quadro 14 mostra a diferença de valor econômico entre tipos de plásticos diferentes. Isso ocorre principalmente por dois motivos: tanto o PET como os plásticos duros, quando reciclados, agregam mais valor se comparados ao plástico mole e o grau de sujidade e de mistura que existe no plástico mole é muito alto. Nesse período percebe-se também que nos meses (janeiro e fevereiro) em que havia maior oferta dos materiais o preço reduzia em cerca de 43%. Todos os meses havia venda de plástico PET e plástico duro, o que não acontecia com o plástico mole e a sucata plástica.

Em agosto de 1999 há uma mudança na forma de organização dos dados na planilha de controle. Nessa época, começa a operar o **agente 4** junto à usina de triagem existente no município. Nesse período, o PET começa a ser separado por cores e o restante da classificação permanece a mesma, descrita nos parágrafos anteriores. No período de agosto até dezembro de 1999, o percentual médio do resíduo que foi reciclado ficou em 8,98%, ou seja, do total de resíduos que chegou na usina apenas esse percentual retornou ao ciclo produtivo, enquanto o restante ficou depositado no aterro.

Entre os anos de 2000 e 2002 houve uma certa continuidade em relação à apresentação dos dados relativos às entradas, saídas e perdas do sistema. A Tabela 19 apresenta os dados referentes às entradas de matéria-prima, às saídas e às perdas do sistema em questão.

Tabela 19: Entradas, perdas e saídas do resíduo domiciliar de Santa Cruz do Sul que chega à usina de triagem de janeiro de 2000 até novembro de 2002.

Ano	Mês	Entradas	Perdas (Aterro)		Saídas (Triado e comercializado)	
		(Ton)	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)
2000	JAN	1638,45	1506,02	91,91	132,43	8,08
	FEV	1555,86	1429,05	91,85	126,81	8,15
	MAR	1561,62	1447,41	92,69	114,21	7,31
	ABR	1454,55	1334,77	91,76	119,78	8,24
	MAI	1683,96	1564,07	92,88	119,89	7,12
	JUN	1538,78	1426,87	92,73	111,91	7,27
	JUL	1507,98	1395,68	92,55	112,30	7,45
	AGO	1581,46	1452,81	91,86	128,65	8,14
	SET	1457,70	1343,77	92,18	113,93	7,82
	OUT	1615,28	1487,20	92,07	128,08	7,93
	NOV	1537,45	1412,53	91,87	124,92	8,13
	DEZ	1648,16	1518,75	92,15	129,41	7,85
Total		18781,25	17318,93		1462,32	
Médias		1565,10	1443,24	92,21	121,86	7,79
2001	JAN	1829,97	1667,59	91,13	162,38	8,87
	FEV	1469,96	1341,45	91,26	128,51	8,74
	MAR	1666,21	1508,11	90,51	158,10	9,49
	ABR	1532,21	1380,47	90,10	151,74	9,90
	MAI	1688,55	1514,09	89,67	174,46	10,33
	JUN	1606,28	1447,68	90,13	158,60	9,87
	JUL	1663	1497,58	90,05	165,42	9,95
	AGO	1693,57	1538,63	90,85	154,94	9,15
	SET	1520,35	1398,55	91,99	121,80	8,01
	OUT	1711,83	1531,59	89,47	180,24	10,53
	NOV	1718,25	1534,77	89,32	183,48	10,68
	DEZ	1845,52	1669,35	90,45	176,17	9,55
Total		19945,70	18029,86		1915,84	
Média			1502,49	90,41	159,65	9,59
2002	JAN	1788,93	1598,87	89,38	190,06	10,62
	FEV	1616,25	1445,06	89,37	171,19	10,63
	MAR	1687	1491,99	88,44	195,01	11,56
	ABR	1770,46	1560,67	88,15	209,79	11,85
	MAI	1809,16	1611,80	89,10	197,36	10,90
	JUN	1582,78	1401,50	88,55	181,28	11,45
	JUL	1779,57	1569,39	88,19	210,18	11,81
	AGO	1735,20	1532,01	88,29	203,19	11,71
	SET	1574,85	1378,23	87,52	196,62	12,48
	OUT	1806,51	1587,77	87,90	218,74	12,10
	NOV	1607,63	1420,78	88,38	186,85	11,62
Total*		18758,34	16598,07		2160,27	
Média			1508,92	88,48	196,39	11,52

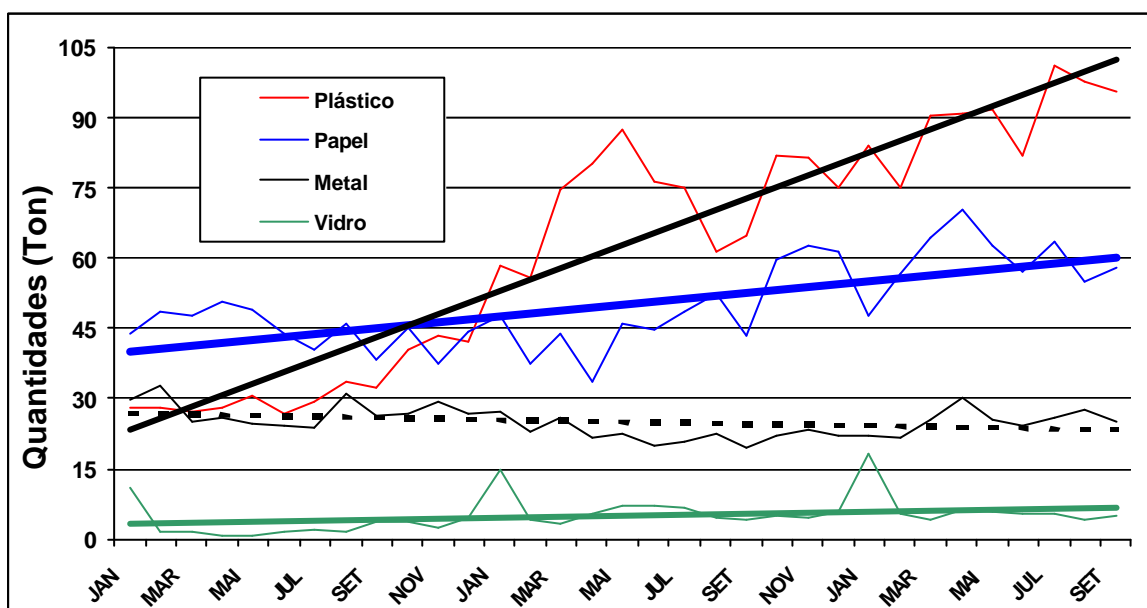
Fonte: A autora (2005).

*Em dezembro de 2002 houve troca de terceiros e não foi possível conseguir dados comparativos.

Comparando-se com os dados existentes em 1999, observa-se que houve uma pequena melhoria quanto à fração que está sendo triada e comercializada

(saída do sistema) e uma diminuição nas perdas. Se houver acréscimo a esse sistema e um programa de coleta seletiva, de uma central de triagem eficiente e de um pátio de compostagem, as perdas de material que vai para o aterro poderão cair para uma faixa de 10 ou até de 5%.

Uma outra análise que foi realizada a partir dos dados disponibilizados pelo agente, está relacionada à construção de curvas históricas que apresentam a evolução dos materiais recicláveis que são triados para posterior comercialização na usina. No Gráfico 31 apresentamos o resultado dessa análise, em que é possível visualizar que os plásticos estão substituindo outros materiais, principalmente o vidro e os metais leves. Alguns materiais como o vidro, por exemplo, apresentam uma sazonalidade bastante característica do seu consumo, aparecendo o pico de crescimento no período de festas.



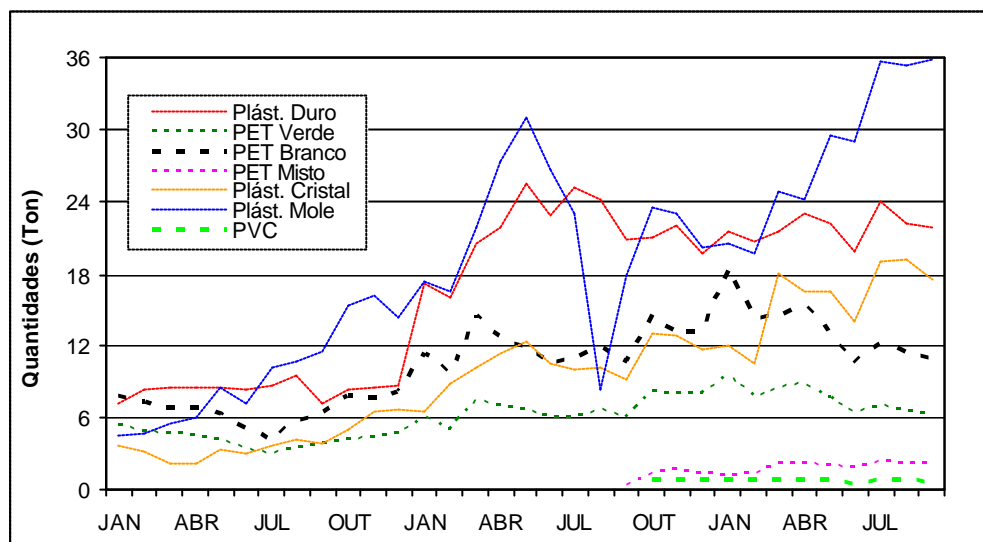
Fonte: A autora (2005).

Gráfico 31: Evolução dos principais materiais recicláveis triados para comercialização no período de janeiro/2000 a setembro/2002.

A partir da classificação utilizada para a triagem dos plásticos, pode-se descrever a evolução dos mesmos. O Gráfico 32 apresenta essa evolução por tipo de plástico triado.

Percebe-se que a partir de 2002 o PVC e o PET misto começaram a ser triados. Na visita à Usina, em 2003, foi observado que as garrafas utilizadas no

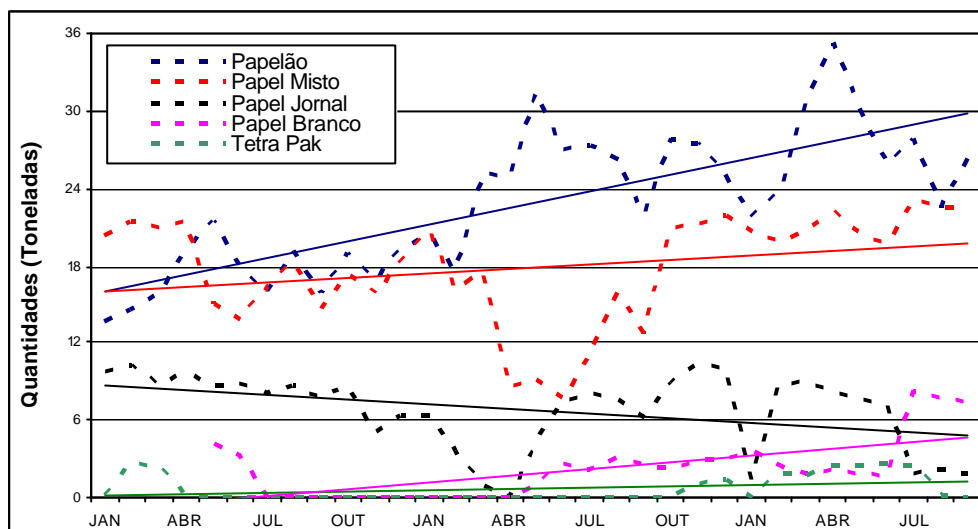
envase de água mineral sem gás, feitas de polipropileno, estavam sendo separadas dos demais plásticos duros. É perceptível também a sazonalidade do resíduo triado que depende do consumo e do descarte existente no período. Através dos dados descritos no Gráfico 32, também é perceptível o acréscimo da quantidade de plásticos triados.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 32: Evolução dos plásticos triados na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.

Para o papel triado para comercialização, o comportamento apresentado é o descrito no Gráfico 33.

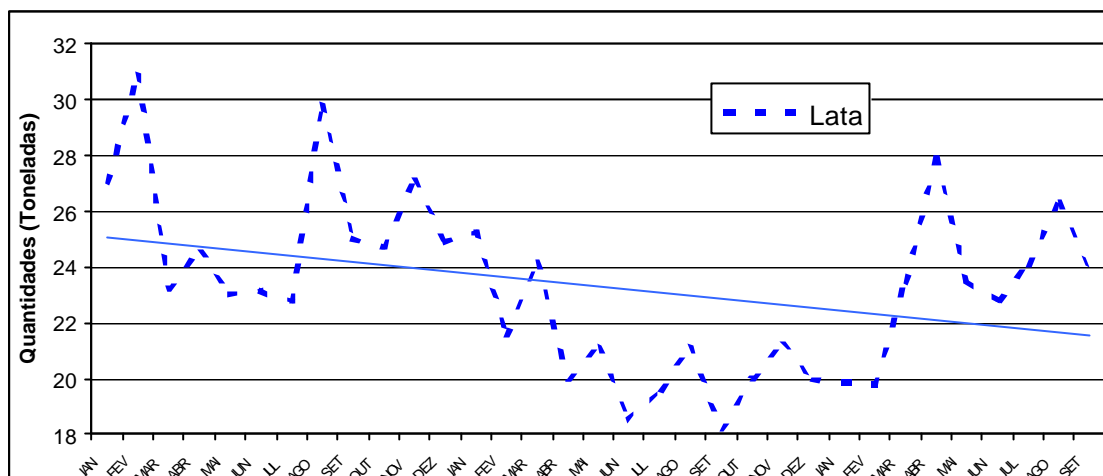


Fonte: A autora (2005).

Gráfico 33: Evolução dos papéis triados na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.

Acompanhando o desenvolvimento dos papéis, a triagem do papelão tem aumentado. Uma das razões pode ser em decorrência do aumento na aquisição de eletrodomésticos e de produtos que contenham esse material em volta para proteger e embalar. Já o jornal apresentou queda. Segundo informações da equipe da usina, o papel jornal geralmente chega muito contaminado, o que leva à sua inviabilidade para reciclagem. O papel branco, caracterizado pelos agentes da usina como, papel ofício, folhas de caderno e papel para impressões no microcomputador eleva sua quantidade nos períodos de fim de bimestre escolar. No papel misto incluem-se papéis de diversas cores e papéis picados, estando relacionado às faxinas que ocorrem nas casas, entre o período pós-natal e início das atividades do ano seguinte. Papéis de presente também estão nessa subcategoria. Em abril, ocorre o mesmo fenômeno, em decorrência da época de Páscoa, quando restam as embalagens de bombons e de ovos de chocolate.

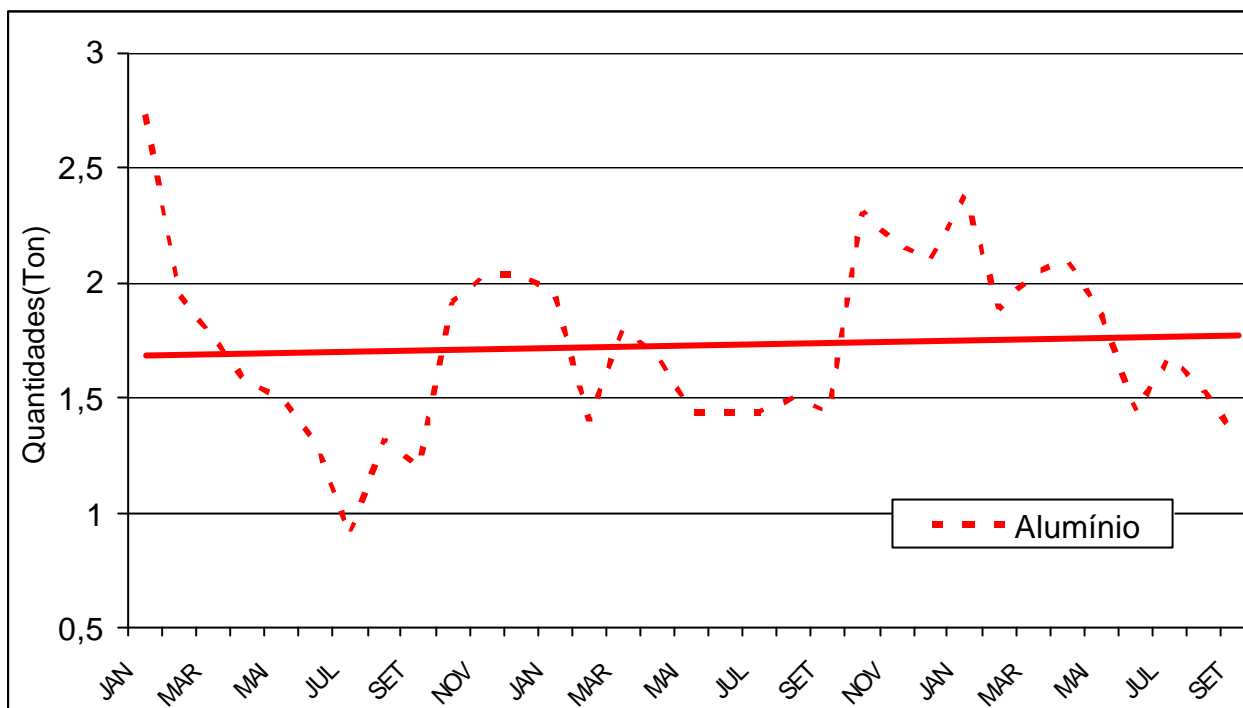
Os metais são subdivididos em latas e alumínio. Os Gráficos 34 e 35 apresentam seus respectivos comportamentos.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 34: Evolução das latas triadas na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.

As latas são empregadas para alimentos, certas latas de óleo, enlatados, achocolatados em pó, latas de biscoitos e outros. É perceptível na curva de tendência uma queda na triagem desse material. Segundo uma das explicações, o que pode estar influenciando nesse comportamento é o surgimento da embalagem multicamada (Tetra Pak®), que vem substituindo as latas nas embalagens de creme de leite, leite condensado e sucos longa vida. Se observarmos o Gráfico 31, podemos observar o aumento da embalagem multicamada na massa de resíduos.

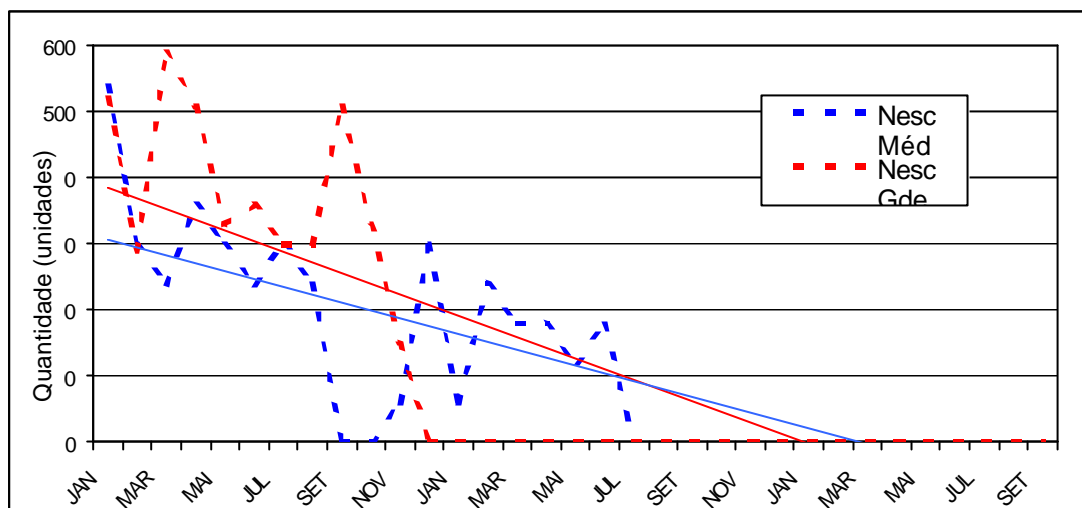


Fonte: A autora (2005).

Gráfico 35: Evolução do alumínio triado na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.

Já para o alumínio é perceptível uma estagnação no seu incremento, mesmo conhecendo que seu consumo é elevado. Isso ocorre em decorrência do trabalho do catador que retira grande parte desse resíduo da massa dos resíduos antes de chegarem na usina.

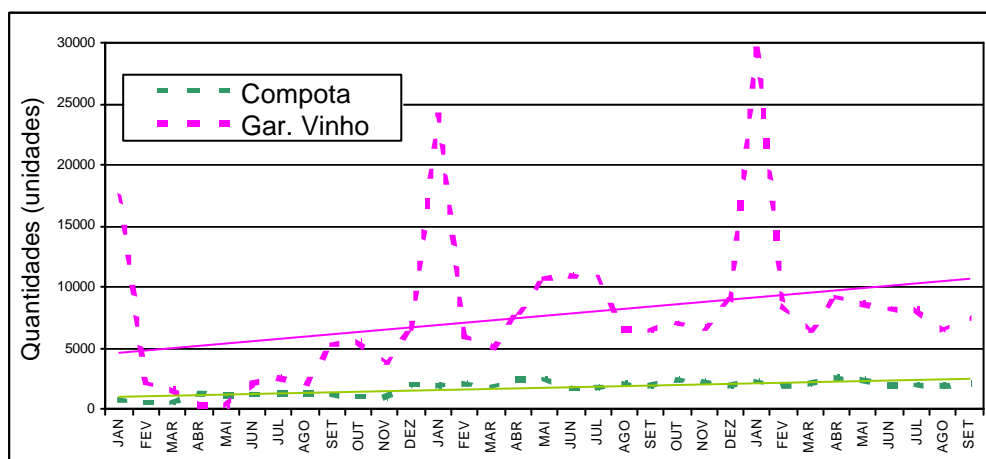
Para os vidros há uma classificação diferenciada que não está baseada na massa de resíduo, mas está descrita em unidades. O Gráfico 36 apresenta a triagem realizada para vidro utilizado como embalagem de café solúvel que são subdivididos em Nescafé médio e Nescafé grande.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 36: Evolução dos vidros triados na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.

Além dessa classificação, são triados vidros de compota e garrafas de vinho. A evolução desses materiais está disposta no Gráfico 37.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 37: Evolução dos vidros de conserva e garrafas selecionadas na usina, no período de janeiro/2000 a setembro/2002.

Com relação às embalagens utilizadas para acondicionar café solúvel, que antes eram fabricadas em vidro, pouco a pouco deram espaço ao plástico

(refis), notando-se assim uma acelerada queda desse material. Os vidros de conserva, chamados também popularmente de compota, quando armazenavam frutas, mantêm-se estáveis, uma vez que agrupam verduras consumidas durante o ano inteiro, como pepino e palmito, por exemplo. As garrafas têm picos notáveis na época das festas de fim de ano, pelo consumo de champanhe, e elevações de maio a agosto, período mais frio do ano na região sul do Brasil, por causa do consumo de vinho.

A partir de dezembro de 2002, o **agente 5**, empresa terceirizada que já realizava a coleta dos resíduos no município, ganhou, por meio de licitação, a contratação para prestar os seguintes serviços: execução da coleta e do transporte de resíduos domiciliares e comerciais sólidos urbanos e do interior do município; operação da Usina de Reciclagem, transporte dos resíduos não-reciclados até o local de sua destinação final e destinação dos resíduos não-reciclados, coletados no processo. Além desses serviços, a contratada é responsável pela varrição mecanizada ou manual das vias públicas; pelo transporte e pela destinação dos resíduos resultantes desse serviço, pela coleta e pelo transporte de resíduos de serviços de saúde, bem como por sua destinação (SANTA CRUZ DO SUL, 2002) no contrato em questão, fica acertado o valor a ser cobrado pelos serviços prestados, bem como o período de vigência que é de 12 meses, a contar de 1º de dezembro de 2002. Na época, os valores foram acordados nos seguintes termos: coleta e transporte de resíduos urbanos: R\$ 49,39/ton; triagem (operação na usina de reciclagem): R\$ 14.725,50 por mês; transporte dos resíduos não-reciclados até aterro sanitário localizado em outro município: R\$ 13,98/ton; e destinação final desses resíduos: R\$ 21,70/ton. Nesse período, reportagens veiculam em Zero Hora discutindo o custo do lixo no Estado do Rio Grande do Sul, que apresenta uma variação de mais de 100% (CAMPOS, 2002). O texto faz referência à situação de 20 municípios gaúchos, entre eles o município de Santa Cruz do Sul. Dos dados apresentados, o custo com coleta por tonelada recolhida, em Santa Cruz do Sul, era o quarto maior apresentado na matéria, ao valor de R\$ 49, 88, enquanto a estimativa de receita por tonelada era de R\$ 40,37.

Segundo reportagem veiculada em Gazeta do Sul (2002), o custo anual ficava em torno de R\$ 1,9 milhão por ano, na terceirização do serviço. Com a remoção para Minas do Leão (aterro situado em outro município), os cálculos indicam que a despesa será menor. Em 2003 houve uma discussão, via Câmara de

Vereadores, sobre o custo do lixo, pois houve solicitação da Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul para uma suplementação de verba no valor de R\$ 1,4 milhão para cobrir os custos do setor. A previsão existente era de R\$ 1 milhão (GAZETA DO SUL, 2003). Após ampla discussão a solicitação foi aprovada. Segundo dados da Secretária de Transportes e Serviços Públicos do município (2005), atualmente os custos com os resíduos urbanos são os seguintes: coleta e transporte de resíduos urbanos: R\$ 70,35/ton; triagem (operação na usina de reciclagem): R\$ 31.000,00 por mês; transporte dos resíduos não-reciclados até aterro sanitário localizado em outro município: R\$ 21,74 /ton; e destinação final desses resíduos: R\$ 30,68 por tonelada. A Tabela 20 apresenta os dados referentes ao custo do serviço e à variação de 2002 para 2005.

Tabela 20: Custo do serviço e a variação de 2002 para 2005.

Tipo de Serviço	Valor 2002 (R\$)	Valor 2005 (R\$)	Variação (%)
Coleta e transporte	49,39 / ton	70,35 / ton	42
triagem	14.725,50	31.000,00	110
transporte dos resíduos até aterro sanitário	13,98 / ton	21,74 / ton	55
destinação final	21,70 / ton	30,68 / ton	41

Fonte: A autora (2005).

A partir da mudança ocorrida em dezembro de 2002, com relação à empresa terceirizada, responsável pela triagem, as planilhas de controle não apresentaram mais os dados referentes às entradas e saídas de resíduos no sistema, tornando-se focadas apenas na quantidade de material triado. Na Tabela 21 apresentamos as quantidades triadas na usina de reciclagem do município de Santa Cruz do Sul, nos anos de 2003 e 2004.

Tabela 21: Quantidades triadas na usina de reciclagem do município de Santa Cruz do Sul, nos anos de 2003 e 2004.

Materiais	2003		2004	
	Fardos	Peso (ton.)	Fardos	Peso (ton.)
Papelão	384	100,855	781	200,315
Alumínio	106	7,031	98	5,710
Papel Misto	558	110,272	1220	259,582
Plástico duro	628	88,245	844	124,485
Plástico mole ¹	1024	201,491	1688	423,180
PET	979	98,712	1262	147,425
Plástico PP ²	-	-	110	180,870
Lata prensada ³	95	8,550	-	-
Sucata ⁴	-	196,800	-	285,770
Vidro ⁵	-	78,920	-	180,870
Total	3774	890,876	4905	1.808,207

Fonte: A autora (2005).

1. ou plástico misto.

2. ocorreu triagem no 1º semestre de 2004.

3. é discriminada em janeiro e fevereiro de 2003.

4. é conceituada como não prensada e está presente a partir de março de 2003. Em 2004 esta claro a junção da sucata com lata prensada.

5. só descrito em peso e está presente a partir de julho de 2003.

Comparando os dados do quadro anterior com os descritos no Quadro 14 e considerando que atualmente chegam em média 70 ton/dia na Usina, o índice de saídas para reciclagem diminuiu em relação ao ano de 2002.

Em setembro de 2003, houve a solicitação por um vereador de um pedido de informações para a empresa contratada em relação a dados sobre o recolhimento dos resíduos. Nesse período estava em andamento a negociação de reajuste do preços pelo serviço prestado e, como descrito anteriormente, o valor já era considerado alto. Foi encaminhada à Câmara de Vereadores, pela empresa contratada, a planilha diária de recolhimento referente ao mês de junho daquele ano. É praxe que em todos os anos ocorram negociações visando ao reajuste do valor pago pelo serviço. Esse reajuste tem como justificativa o aumento do óleo diesel, considerado pela empresa como o principal componente dos custos da empresa. (CÂMARA DE VEREADORES, 2003)

A referida empresa emprega 40 funcionários diretos na esteira de catação, na prensagem e em outros serviços, além de 40 garis atuando nos

caminhões que recolhem o lixo. O sócio-proprietário relata que atualmente todas as ruas da cidade contam com o serviço de recolhimento de lixo, de três a sete dias por semana, e que os resíduos passam por triagem. A grande fração que não é triada para posteriormente ser reciclada é transportada para o aterro sanitário situado no município de Minas do Leão, que atende aproximadamente a 100 municípios do Estado do Rio Grande do Sul. Diariamente são transportados seis contêineres, de 36 m³ cada um, para esse aterro (GAZETA DO SUL, 2005)

Outro agente entrevistado foi o **agente 10**, indústria recicladora com sede no município de Santa Cruz do Sul e que realiza a reciclagem do PET até a forma de *flakes*. Ela iniciou suas atividades em agosto de 2002 e contou desde o seu início com o apoio de vários setores da UNISC e do Grupo de Pesquisa em Reciclagem de Plásticos (**agente 3**). Em 2002 contava com 06 funcionários e eram 03 os sócios-proprietários.

A empresa somente adquire garrafas prensadas, realizando a separação de rótulo e tampas, a lavagem, moagem e secagem das garrafas PET. Após esse processo, o material é embalado em *bag* de 500 kg e revendido para indústrias que fabricam cordas, fitas/filmes e laminados para mesas de computadores. Dessa produção 90% é vendido para empresas de laminados (garrafas brancas). As garrafas verdes têm menor valor e seus flocos são encaminhados para fábricas de cordas plásticas, de tapetes e de cerdas para vassouras e escovas.

Grande parte dos resíduos adquiridos provêm do pós-consumo, correspondendo à 99,5%; somente 0,5% dos resíduos são industriais, resultantes de falhas ocorridas em máquinas de sopro. Em 2002, a empresa trabalhava, em média, com 60 toneladas por mês de matéria-prima, mesmo contando com uma capacidade instalada para 140 toneladas. O plástico chega em fardos. Cada fardo pesa aproximadamente 100 quilos e comporta em média 2.000 garrafas plásticas, com tempo de processamento de 10 minutos por fardo, num turno normal de 8 horas de trabalho diário. Com essas constatações relatou entrevistado que o que dificulta a possibilidade de uma relação maior com a Associação de Catadores (**agente 6**) é a compra e utilização de material solto para a mesa de abastecimento.

Atualmente, a empresa conta com 11 funcionários diretos, além dos três sócios-proprietários, e muitos indiretos. Em dois anos o grupo planeja construir um pavilhão próprio e ampliar o número de trabalhadores. A cada mês estão sendo recicladas 3 milhões de garrafas PET. Dessas, 20% (cerca de 600 mil) são

provenientes de Santa Cruz do Sul. O maior fornecedor é o **agente 5**, empresa responsável pelo sistema de coleta e destino formal para os resíduos existente no município. O restante é proveniente de intermediários (principalmente **agente 9**) que atuam junto aos catadores em Santa Cruz do Sul, da grande Porto Alegre e da região fronteira do Rio Grande do Sul.

A empresa possui um estoque de 1,8 milhão de unidades de garrafas plásticas de PET, ocupando quase todos os 700 m² do pavilhão onde está instalada. Para produzir um quilo de *flake* ou de flocos, produto final atualmente do **agente 10**, são necessárias 24 garrafas de 2 litros. Os maiores compradores encontram-se em São Paulo e em Porto Alegre, ocorrendo também exportações para a China, a Espanha e para os Estados Unidos. No início das atividades, a empresa processava 30 toneladas de plástico por mês, enquanto atualmente processa 150 toneladas no mesmo período.

Em relação aos fornecedores da matéria-prima, foram destacados como sendo os principais fornecedores: a Usina de Triagem do município de Santa Cruz do Sul que fornece entre 20 e 30 toneladas por mês (**agente 5**), representando, em média, de 50 a 60% da matéria-prima mensal processada; e o agente 6 que contribui com 2 ton/mês. Em média, são adquiridas 5 a 6 ton/mês de atravessadores, existentes no município (02 atravessadores), e o restante é adquirido de atravessadores com sede em outros municípios. Quanto ao preço da matéria-prima, o entrevistado da empresa revelou que é equilibrado, parecendo existir uma formação de cartel. Porém, os envolvidos acham justo pagar um pouco a mais para o maior fornecedor, uma vez que ele garante uma quantidade maior por mês. O valor pago, em 2002, tanto pelo PET verde quanto pelo o branco é igual. Depois de prensado, o quilo varia de R\$ 0,50 a 0,60. Se comparado com o plástico virgem, cotado em U\$ 1,10, há uma diferença considerável.

As maiores dificuldades relatadas são as de atender à qualidade de que o cliente necessita e comercializar os PETs coloridos, pois na compra as cores vêm misturadas e na hora da venda o branco é mais valorizado. A falta de recursos e a dificuldade de conseguir comprovar a idoneidade dos sócios também foram barreiras, visto que são jovens inovadores no mercado. Mesmo assim, obtiveram o apoio da Prefeitura quanto ao pagamento do aluguel do prédio onde estão instalados e o apoio do **agente 3** em relação ao estudo da viabilidade econômica e tecnológica necessária. O PET verde torna-se um problema, mas a solução estará

próxima quando começarem a investir na fabricação de cerdas de vassouras, escovas e cordas. Antes de se instalarem, os sócios procuraram conhecer esse ramo, visitando várias empresas do setor plástico.

Em relação à oferta do plástico reciclado no Estado, há 4 recicladoras de porte médio, com capacidade mínima de processar 100 toneladas por dia. No momento, há oferta para a demanda. A maioria dos clientes coloca na embalagem o símbolo de que a fabricação feita com material reciclado. A Condor, por exemplo, fabricante de cordas, acrescenta na embalagem: “poliester de PET reciclado”. A empresa conseguiu exportar seu “produto” além de vender para Gravataí e São Paulo, onde fazem chapas para laminar móveis de escritório e por isso exigem boa qualidade, que é mostrada pela tonalidade homogênea cristalina em que o reciclado se transforma.

O agente em questão demonstrou, por meio das respostas concedidas, a existência de gestão e planejamento focados na realização da reciclagem. Em relação às saídas do sistema, fez referência que a água utilizada no sistema de lavagem necessita de tratamento mais qualificado para retornar ao sistema produtivo, reduzindo custos. Provisoriamente, existe a utilização de um sistema de filtragem composto de uma caixa de brita com areia e de uma peneira de 2 mm. Esse sistema, porém, não é suficiente para o reuso da água no processo produtivo.

Para realizar a manutenção do sistema produtivo, são necessários dois dias de parada para limpeza, incluindo a inversão das hélices para as cores e para que os resíduos não sejam misturados. A intenção da empresa é também reduzir esse tempo de parada.

Durante o período de estudos, além do **agente 10** havia no município outra recicladora de plásticos; o **agente 11**. A recicladora em questão iniciou atividades em dois de maio de 1999, empregando 06 funcionários e com planos de duplicar o quadro funcional até o final daquele ano. Iniciou as atividades instalando um processo de extrusão com o objetivo de chegar aos *Pellets* (grânulos) que eram vendidos para indústrias de Caxias do Sul e do Vale dos Sinos e eram utilizados na produção de mangueiras pretas, baldes, bacias e até de artigos mais sofisticados, como celulares. O preço de compra da matéria-prima era na faixa de R\$ 0,04 e o da venda dos grânulos a empresa não quis revelar. Relatou, porém, que os preços são sazonais e regulados pelo pólo petroquímico que vende para seus clientes geralmente uma vez por ano. Caso as empresas fiquem sem material, aumenta a

procura, e por consequência, o preço do reciclado. O preço final também depende da limpeza, da seleção e da quantidade do material. Esse agente atuou com PP, PEs e PS. No início das atividades, os dados da Usina revelam que das 55 toneladas recolhidas, de 3 a 5 % eram plásticos. O **agente 11** tinha capacidade instalada para de 85 ton/mês e recebia da usina 25 ton/mês. O relato do sócio-proprietário frisa que na época poderiam absorver todo plástico produzido na região e grande parte dele vinha de outros municípios, como de Vera Cruz. O poder público municipal (**agente 2**) contribuía com o pagamento de 80% do aluguel que na época era de R\$ 632,00. Apresentaram preocupação com planejamento e organização das atividades e possuíam divisão de atividades por período, ou seja, durante o dia ocorria a moagem do plástico rígido (processo que produz muito ruído) e à noite era realizada a peletização. O maior problema apontado é em relação ao tratamento de efluentes. Tinham planos para o futuro, como a aquisição de um pavilhão próprio no Distrito Industrial e a produção de artigos (vasos, mangueiras, lonas pretas) para utilização por floricultores atuantes na região. Com a saída do sócio-proprietário que detinha um maior conhecimento sobre os plásticos, a empresa encerrou as atividades em 2002.

O **agente 6**, em 2002, contava com 10 colaboradores, tendo iniciado suas atividades em outubro de 1998. No início recebeu apoio da Pastoral Operária da Igreja Católica e tinha 24 associados, dos quais 14 eram homens e 10 eram mulheres. Com o trabalho que realizavam garantiam a alimentação de 60 pessoas. Quando questionada a respeito do motivo da diminuição do número de associados, a entrevistada relato que vários deles foram trabalhar nas fábricas de fumo como safristas e que existe preconceito entre as pessoas em relação à atividade de catação e triagem de resíduos. A maioria dos associados reside no Bairro Glória, no Loteamento Beckenkamp e nas adjacências (Região 5).

No relato a respeito da organização dos associados, foi exposto que os trabalhadores resolveram formar a associação por já serem catadores e por terem sido despejados pela Prefeitura da praça onde estavam instalados para a realização dos trabalhos. Observa-se que a maioria deles antes de ser catador tinha outra profissão, como, por exemplo, pedreiro, serviços gerais, safrista e outras citadas por eles. É perceptível também que a atividade começou a se intensificar em meados de 1999, no Vale do Rio Pardo, em função da crise ocasionada pelo desemprego.

Segundo Oliveira, citado por Borowski (2001), nesse período cerca de 60 pessoas viviam do rendimento gerado pela atividade de catação, triagem e venda de resíduos. Estima-se que atualmente existam mais de 100 pessoas atuando na atividade em questão no município de Santa Cruz do Sul. Eles recolhem os lixos recicláveis nas ruas do nosso município, principalmente nos dias em que deveria existir a coleta seletiva (terça-feira, quinta-feira e sábado). Também realizam mutirões de limpeza, sendo que o mais recente foi na esquina da Avenida Imigrante, onde existia um terreno baldio. Há catadores que atuam de forma individual na região central de Santa Cruz do Sul. Cada trabalhador recolhe de 200 a 250 kg de sucata por dia e em 2001 recebiam cerca de 200,00 reais por mês por esse serviço. Em 2002 o rendimento por pessoa é de 400,00 reais por mês e na semana são recolhidos de 4.000 a 5.000 kg de resíduos.

Mesmo possuindo um pavilhão alugado pelo Poder Público (**agente 2**) para realizar suas atividades, os catadores continuam a entregar o produto final para atravessadores (**agentes 8 e 9**, por exemplo) e pouco é negociado diretamente com empresas recicladoras (**agentes 10 e 11**). Assim, o resíduo separado é vendido para atravessadores com sede em Santa Cruz do Sul, Vera Cruz e Sinimbu. Os valores pagos por seus clientes na compra dos plásticos estão apresentados no Quadro 15 apresentado a seguir. Para facilitar a coleta, utilizam carroças (Ver Foto 3), enquanto no pavilhão há uma prensa para enfardar resíduos, com capacidade para 300 Kg, doada pela Diocese/CARITAS, juntamente com uma balança que não está sendo utilizada para as medições na venda.

A entrevistada disse, também, que eles nunca pesaram um fardo, mas estima que seja em torno de 80 a 90 quilos. São 09 famílias envolvidas na triagem, em 2002, sendo que cada trabalhador recebia em média R\$ 300,00 por mês, totalizando aproximadamente 80 pessoas beneficiadas com esse serviço. Em 2001 recebiam em média R\$ 0,25 por Kg vendido, mas para os catadores era destinado apenas R\$ 0,07 por kg, pois o atravessador que realizava a seleção ficava com a maior fatia (BOROWSKI, 2001). Relatam que isso ocorria por não terem um pavilhão próprio para depositar o material, sendo obrigados a entregar o material no final da tarde. Em 2002, esse procedimento ocorria semanalmente para o mesmo destino.

Classificação dos plásticos	Preço pago (R\$/Kg)
PET branco	0,40
PET verde	0,35
Plástico mole limpo	0,40
Plástico mole sujo (sacolas de supermercado utilizadas para repositório de resíduos – contaminados)	0,25
Plástico duro (bacia, balde, embalagens de água mineral, detergente e outros)	0,40

Fonte: A autora (2005).

Quadro 15: Valores pagos em 2002 ao agente 6 pelos plásticos triados.



Fonte: A autora (2005).

Foto 3: Pátio do agente 6 com carroça utilizada para recolher resíduos.

A seguir, são apresentadas fotografias a respeito da forma de organização no galpão utilizado pelo agente 6.



Fonte: A autora (2005).

Foto 4: Disposição dos fardos de recicláveis no galpão do agente 6.



Fonte: A autora (2005).

Foto 5: Associados do agente 6 na atividade diária e disposição de materiais triados e dispostos em sacolas.

Do estudo de campo realizado percebe-se que não existe uma capacitação para as atividades realizadas no galpão em questão. Uso de EPIs e aspectos ergonômicos não são utilizados pelos associados. Não há também uma definição clara a respeito dos materiais com que eles atuam, visando a uma especialização e a um processo de agregar valor à atividade realizada. Na Foto 6, estamos apresentando o local onde estão dispostos os materiais recolhidos nos domicílios.



Fonte: A autora (2005).

Foto 6: Local de disposição dos materiais recolhidos nos domicílios pelos associados do agente 6.

A Foto 7 apresenta uma vista geral interna do galpão do **agente 6**. Com relação à divisão do trabalho (associados que atuam só na triagem e outros que atuam na catação externa), não há clareza da sua existência, pois foi-nos relatado que todos os catadores fazem tudo.



Fonte: A autora (2005).

Foto 7: Vista interna do pavilhão da associação.

O principal problema citado, pela entrevistada, diz respeito ao capital de giro. A solução estaria em cada morador separar seu próprio lixo para diminuir a contaminação. Os catadores trabalham sem nenhum tipo de proteção, inclusive sem

luvas, mas possuem interesse em participar de cursos e de eventos na área de gerenciamento de resíduos, por exemplo, porém nos fins de semana, em turnos que não coincidam com seu horário de trabalho. O que aprenderam até agora foi sem nenhum ensinamento, por vontade própria, e consideram que mesmo assim estão no caminho certo, aguardando até que algo de novo seja introduzido no ambiente de trabalho.

Em 2003, houve reuniões e o 1º Encontro dos Papeleiros de Santa Cruz do Sul, organizados pela Pastoral Operária da diocese que há três anos acompanha famílias que sobrevivem dessa atividade (SCHNEIDER, 2003). Nessa época, foi relatado que o principal problema é a falta de local para a armazenagem do material. O encontro também teve apoio da UNISC. Durante o evento foram entregues a cada participante 10 kg de alimentos, arrecadados pelo BANSISUL e por associados do Sindicato dos Metalúrgicos, dentro do programa Fome Zero (SCHNEIDER, 2003).

O **agente 7** é também uma associação de catadores e foi criada em 27 de setembro de 2002, tendo sua sede no Bairro Santuário, local que apresenta difícil acesso. O presidente relata que é objetivo da Associação o resgate da auto-estima do ser humano por meio da geração de trabalho e renda. A associação contou inicialmente com 07 associados. Vários dos associados são dissidentes da outra associação e relatam que a mesma não é uma associação como deveria ser e está nas mãos de atravessador. Na época da instalação possuíam duas carroças, mas tinham planos de substituí-las por carrinhos que os papeleiros possam empurrar. Em entrevista realizada pela ONG Ecos da Natureza, há relato a respeito da forma de início do **agente 7**, apresentando a mesma motivação que o **agente 6**. Há no relato uma clara indignação em relação à forma de gestão do **agente 6**, em que pessoas permanecem na presidência por três anos consecutivos... É perceptível também a existência de resultados financeiros diferenciados entre associados do agente 6 e isso faz com que a confiança entre as pessoas seja colocada em descrédito. O entrevistado relata que o **agente 6** virou comércio, pois eles compram material e tem intermediário utilizando-se da infra-estrutura existente. É relatado na entrevista que no 1º semestre de 2004 o **agente 7** foi desativado por ter devolvido o espaço, que na opinião dos associados não era adequado à realização da atividade. Estão desenvolvendo oficinas e reuniões com o prefeito municipal. Relatam que fazem parte do Movimento Nacional dos Catadores. Continuaram catando e levando o resultado dessa atividade para suas casas.

Como a situação de possuírem um local para realizar as atividades não foi solucionada, em 2005 ocorreu a invasão de um ginásio no Bairro Bom Jesus. (GAZETA DO SUL, 2005)

O **agente 8** estudado que no período apresentava 12 funcionários vinculados às atividades realizadas em Santa Cruz do Sul, iniciou suas atividades em 1982, na cidade de Caxias do Sul. As atividades realizadas são de compra, triagem e venda e resíduos recicláveis. Da análise do local da empresa em 2002, constata-se a existência de muito espaço para depósito dos materiais coletados. Atualmente o **agente 8** está localizado em prédio próprio continuando suas atividades no município estudado. Também nesse período houve a mudança do nome da empresa.

Os resíduos comercializados pela empresa vêm das principais indústrias do ramo fumageiro existente no município. Possuem contratos com essas indústrias e o plástico vai para a matriz, em Caxias do Sul, onde é aglutinado e transformado em matéria-prima. Os aglutinados preparados em Caxias do Sul são encaminhados a empresas de reciclagem, existentes na região serrana ou na grande Porto Alegre. Na Foto 8 são apresentados os rolos de papelão separados para posterior comercialização.



Fonte: A autora (2005).

Foto 8: Rolos de papelões industriais.

Em Santa Cruz do Sul, compram o papelão, plástico, papel de escritório, niagem (sacos de estopa) e contêineres importados da Alemanha. Dos plásticos, trabalham com o polietileno, polipropileno, PEAB e PEBD. Os recicláveis já vêm limpos, são separados por cor e enfardados. A empresa não utiliza o resíduo pós-

consumo, porque o industrial é em maior quantidade e mais limpo. Realizam o recolhimento dos materiais com caminhões. A Foto 9 apresenta a disposição de caixas de papelão nos depósitos da empresa em questão.



Fonte: A autora (2005).

Foto 9: Embalagens de papelão nos depósitos do agente 8.

Em relação aos plásticos, esses são separados por cor e por tipo e são enfardados. Na Foto 10 apresentamos essa forma de separação.



Fonte: A autora (2005).

Foto 10: Disposição dos plásticos enfardados aguardando comercialização.

A empresa comercializa o plástico branco limpo (polietileno) por até R\$ 0,50 Kg, sendo as lonas pretas (sujas) vendidas por R\$ 0,20 Kg. O preço de mercado varia muito em virtude da sazonalidade, sendo a melhor época no fim de safra (entre agosto a dezembro).

Quando questionada sobre o porquê da sua atuação na área, a entrevistada relata ter sido influenciada pelo seu pai que já está atuando nesse

ramo. Destaca que o município é rico em papel (Foto 8) e que a separação de resíduos realizado em empresas do setor fumageiro é ótima, sendo motivo de cobiça dos concorrentes que atuam na compra e venda de resíduos. Procuram atender bem ao cliente e na medida do possível vão implantando inovações, visto que nessa área as solicitações por licença de operação são autorizadas pela Fepam, o que a empresa já possui. Foi instalado sistema de prevenção contra incêndio por causa do papel; futuramente a empresa pretende construir em local próprio, já que o aluguel pago é muito oneroso. A Foto 11 apresenta a vista interna do prédio/ local de depósito dos materiais.



Fonte: A autora (2005).

Foto 11: Fardos de papel oriundos de indústria fumageira.



Fonte: A autora (2005).

Foto 12: Vista interna do prédio da separação de alguns materiais já prensados.

Outra empresa que tem como perfil ser intermediário do processo, denominada **agente 9** foi entrevistada e atua com 12 funcionários. O ano de início das atividades foi em 1996. A matéria-prima (resíduo) vem de Santa Cruz do Sul, Sobradinho, Candelária, da Plastisul de Porto Alegre e vai para empresas de reciclagem com sede na capital do Estado. O PVC utilizado na fabricação de solas de sapatos destina-se a Gravataí e a Novo Hamburgo. PET, sacolas de supermercado, sacos, resíduos industriais e domiciliares são os principais materiais triados no pavilhão pertencente ao entrevistado. As fitas pretas de enfardamento são difíceis de serem negociadas, pois oferecem resistência à moagem e são enviadas a Porto Alegre e a São Sebastião do Caí. O valor pago pelo plástico na compra é de R\$ 0,10 por Kg em média e na venda varia de R\$ 0,20 a 0,30 Kg. Pelo resíduo comprado do **agente 6**, o entrevistado diz que o preço pago é três vezes maior porque o “produto” já se encontra separado, não muito sujo e com grau de contaminação reduzido. A principal motivação do dono é que ele já era catador.

Quanto à coleta seletiva, o entrevistado comenta que o próprio caminhão da prefeitura arrebenta e mistura os lixos. Assim, a solução seria separar os dias de coleta e informar a população. Descreve que tentou investir na reciclagem de plásticos, adquiriu os equipamentos para realizar um teste por um período de 6 meses, tais como aglutinador e extrusora, porém devolveu tudo devido à falta de preparação, à mão-de-obra cara e por não ter conhecimentos sobre o que iria fazer com o material. Acrescenta ainda que empresas que decidem investir na reciclagem de plástico quebram em um ano, principalmente por esses motivos. Destaca que trabalhar com papelão, papel branco e jornal é mais vantajoso, visto que há uma rotatividade maior, produção constante e a reciclagem é mais fácil e prática.

Possui Licença de Operação para transportar resíduos perigosos e também está autorizado a comercializar e reciclar resíduos classe 2 e 3 (papéis diversos, plásticos, metais, PET, PVC, e outros. Atua numa área total de 5.000 m², sendo 2.900 m² de área construída, com capacidade de armazenagem de 1.200.000 kg/ mês. Possui contêineres de várias capacidades (5, 9, 18 e 24 m²) para transporte de resíduos. Em 2005, encaminhou um projeto de parceria para o Poder Público Municipal, com o objetivo de atuar junto à Usina de Lixo de Santa Cruz do Sul.

Outro agente estudado foi a Universidade de Santa Cruz do Sul (**agente 3**), e como o foco é no resíduo plástico, está descrita a seguir uma síntese sobre informações do **Grupo de Pesquisa em Reciclagem de Plásticos**. Destacamos

que, além desse Grupo de Pesquisa, há na UNISC outros atores envolvidos na questão dos resíduos sólidos e na geração de emprego e renda. É função de toda a Universidade a geração e a difusão do conhecimento para toda a sociedade. nesse intuito foi criado pela UNISC um Edital Interno, chamado PROGRUPE, que tem como foco dar condições à criação e consolidação de Grupos de pesquisa na Instituição. O grupo de Pesquisa em Reciclagem de Plásticos foi um dos primeiros Grupos de Pesquisa a ser beneficiado com esse Edital e iniciou suas atividades em 2000. Quando questionado sobre sua função na rede de reciclagem de plásticos descreve como sendo um agente gerador de conhecimento e tem como obrigação a transferência para os demais agentes dos resultados alcançados. Relata a respeito da necessidade de um sistema integrado e se considera um agente transformador e formador de pessoas responsáveis pelo ambiente onde estão inseridas.

Recebeu recursos da Secretaria de Ciência e Tecnologia (SC&T) do Estado do Rio Grande do Sul para a instalação de uma planta-piloto em reciclagem de plásticos no Campus da Universidade e apresenta como objetivos gerais os descritos no Relatório Final (RODRIGUEZ; MÄHLMANN; KIPPER, 2005) encaminhado a essa Secretaria:

Estudar quali-quantitativamente os resíduos plásticos gerados no município de Santa Cruz do Sul;
Elaborar formulações para a composição dos reciclados e realizar testes, considerando os diferentes tipos de plásticos de maior incidência existentes na usina de triagem do município de Santa Cruz do Sul;
Desenvolver três novos produtos com resíduo plástico ou com compósitos de plástico e outros materiais, avaliando a viabilidade econômica desta produção; e
Divulgar as atividades desenvolvidas no intuito de sensibilização e conscientização para a importância da reciclagem e preocupação com a quantidade de resíduos gerados.

Além da SC&T, o Grupo de Pesquisa recebeu auxílio de outros órgão de fomento, como por exemplo, FAPERGS e CNPq. Todos os objetivos foram alcançados e dos principais resultados obtidos destacamos:

- diagnóstico de resíduos;
- obtenção de produtos e estudos de controle de qualidade; e
- transferência de tecnologia.

Em relação à transferência de tecnologia, foram concretizados vários momentos com foco na socialização do conhecimento existente e construído. Nesse

período, ocorreram dois seminários intitulados: Ciclo e debates sobre reciclagem de plásticos (em agosto de 2001) e Recicle seus conceitos: seminário sobre reciclagem de plásticos (em dezembro de 2004). Foram realizadas palestras para escolas e municípios e visitas à planta-piloto de reciclagem mecânica existente no campus central da UNISC. A participação em eventos nacionais e internacionais com apresentação de trabalhos científicos também deve ser destacada. Outros pontos importantes a serem destacados são a participação do Grupo de Pesquisa na coordenação da implantação da coleta seletiva no campus central da UNISC e o lançamento do Manual sobre reciclagem de plásticos – parte 1.

4.2.1 Seminário Integrador

Além do trabalho de campo relatado acima, foi realizado um evento que tinha como objetivo principal a troca de informações sobre resíduos e reciclagem de plásticos. No evento Recicle seus conceitos: seminário sobre reciclagem de plásticos, ocorrido em dezembro de 2004, houve um momento em que alguns agentes da rede de reciclagem realizaram um depoimento relatando suas experiências, barreiras e oportunidades. Todos os agentes mencionados anteriormente e outros existentes na região foram convidados, a exceção do agente 4 que não atua mais no município de Santa Cruz do Sul. Os agentes que se fizeram presentes ao evento e fizeram uso da palavra foram os seguintes: ACOTRALI – Associação Comunitária dos Trabalhadores na Seleção do Lixo, associação existente no município de Rio Pardo; ASSECMAR, ex-integrante da ATESC, SUL PET plásticos Ltda., JAMPET e Cone Sul. Além desses agentes havia a presença de pessoas da sociedade, representante do poder público, indústrias e escolas.

Primeiro agente a relatar foi a ACOTRALI, fundada em 1999. No relato demonstra que nesse período houve muita luta e algumas conquistas. É composta por 50 associados, a maioria mulheres negras e pobres. Esse perfil leva a um caminho de preconceito e de exclusão. Diariamente trabalham cerca de 20 pessoas na triagem. Relata que em Rio Pardo são depositadas cerca de 14 toneladas de resíduo no lixão que fica à margem do Rio Jacuí (aproximadamente a 500 metros do rio). Com o problema das enchentes, grande parte desse resíduo vai para dentro do

rio. Por esse motivo, há uma movimentação para a transferência do lixão para um área já licenciada (L.I.) pela FEPAM, para de um aterro sanitário. As principais lutas se referem à conscientização das pessoas, à existência de coleta seletiva, ao apoio das empresas e por fim à geração de emprego e renda. No início, havia um galpão de triagem em local inadequado, mas, com o apoio do orçamento participativo, em 2004 foi concluído um galpão de triagem modelo, apresentando toda a infraestrutura necessária para essa atividade. A prefeitura apoiou com o pagamento do aluguel do antigo galpão e pela disponibilização do terreno para a construção do atual galpão. Há dificuldades para encontrar apoio à confecção de material publicitário para um programa de conscientização.

Quanto à coleta seletiva, a prefeitura cedeu um caminhão e os associados realizam a coleta. Mas, a periodicidade é contestada, e segundo o relator, há riscos no modelo, especialmente pela possibilidade de ocorrência de acidentes e por processos trabalhistas. Destaca o pouco apoio da sociedade e sua luta constante na busca da inclusão do catador. Diz que o grande problema (causa) é a falta de vontade política por parte dos governantes e a falta de recursos para a implantação de um sistema.

Projetos futuros da associação: associar mais catadores, pois estima-se em Rio Pardo a existência de 100 catadores atuando no município; lutar pela coleta seletiva com caminhões adequados e em horários regulares de coleta e divulgar um programa de conscientização junto à sociedade

A ASSECMAR relata as dificuldades que vem passando e define o catador como um agente social que, no processo de reintegração do resíduo ao ciclo produtivo, é o que realiza o maior trabalho e está em constante tensão. Possui 30 associados, cata na rua só material reciclável, traz para o galpão, separa e vende.

As principais dificuldades são os atravessadores, porque grande parte dos associados não consegue adquirir suas próprias carretas e há problemas com o local de depósito do material com a infra-estrutura necessária, pois assim ficam na mão do atravessador. Reconhece a resistência da sociedade ao associativismo como uma questão cultural e isso reflete na resistência que os catadores individuais têm em trabalhar associados ou cooperados. Procuram um local adequado para o galpão da associação e têm um sentimento de estarem desamparados pelo poder público, pela Universidade e pela sociedade.

Dos projetos da associação, além das lutas descritas anteriormente, fez referência à construção de carinhos ecológicos e de um trabalho interno visando à união do pessoal que atua na atividade. Estimou a existência de 150 a 200 catadores em Santa Cruz do Sul e que, mesmo sendo reconhecida como uma categoria de trabalho, quando chega alguém de outra atividade produtiva e oferece emprego, muitos associados abandonam a atividade. Tem apoio da ONG Ecos da Natureza e alguns alunos da UNISC realizam atividades junto à ASSECMAR, mas considera isso um apoio simbólico.

O ex-integrante da ATESC que prestou depoimento criticou vários aspectos apresentados pelo representante da ASSECMAR, dizendo que a prefeitura apóia os catadores alugando um galpão há mais de 04 anos. Existem vários grupos na cidade e o grande problema é a falta de união entre os mesmos. Ele se apresentou como atravessador e relatou: “*hoje sou visto como atravessador...estou em um nível mais chique!*”. Relatou que o comportamento da maioria dos catadores é de passividade e que aguardam o apoio do poder público, que nunca é suficiente. Ele e sua família (07 pessoas) vivem da atividade e se especializou em coleta do PET, por perceber que todos catavam latas de bebidas carbonatadas e papelão e deixavam o PET. Adquiriu um veículo com o resultado da atividade e realiza a coleta com essa condução. Tem uma filha formada pela UNISC e duas estudando na Universidade e demonstra conhecimento da rede onde atua. Destaca que há falta de consciência em toda a sociedade sobre o destino dos resíduos gerados.

A Sul Pet Plásticos Ltda. tem sede em Farroupilha e atualmente é uma das quatro maiores recicladoras de plásticos do Estado do Rio Grande do Sul. Atua na reciclagem de PET, PE e PP e tem sistema próprio de triagem, empregando 40 mulheres nessa atividade. Apresenta um sistema de tratamento da água utilizada no processo produtivo com ciclo fechado de reuso da água no processo de obtenção dos *flakes* (flocos) do PET e dos *pellets* (grânulos) do Polietileno. Com relação às associações de catadores, sugere que eles procurem união interna para capacidade de vender diretamente ao reciclador. Eles sofrem com o poder dos atravessadores que no inverno guardam o material com o intuito de aumentar os preços – controle de material em períodos com baixa de consumo dos mesmos. Atuam 85 pessoas no processo produtivo da empresa.

A Cone Sul foi representada pela sua gerente de qualidade e fez referência à Jam Pet como sua parceira nessa rede. Atua em mais de 25 municípios

no Estado do Rio Grande do Sul, realizando coleta do lixo (destacou atuação em vários municípios nos Vales do Rio Pardo e do Taquari). Com relação ao atendimento, estimou que atende a 800.000 habitantes, mais de 200.000 residências e mais de 1.600 indústrias.

Realiza gestão total de resíduos (Classe 1, 2 e 3) e possui todos os registros necessários para isso, bem como equipamentos e pessoal capacitado. O foco da empresa é coleta, transporte e destinação final dos resíduos. Relatou sobre a infra-estrutura que detém, sobre o processo produtivo desenvolvido e se mostra muito interessado na reciclagem de resíduos. Apresentou a Jam Pet como parceira, pois é a empresa para onde é vendido todo o PET recolhido e triado da coleta realizada em Santa Cruz do Sul.

A Jam Pet relatou que inicialmente trabalhava com 30 a 40 ton/mês e em dois anos e meio de operação estão processando 150 ton/mês. Os 700 m² que a empresa está utilizando já não são suficientes para a atividade e está negociando com o Poder Público um local com maior espaço. Tem apoio da UNISC em relação ao estudo de viabilidade para a implantação da empresa e em relação ao tratamento de efluentes utilizados na empresa. Relatou todo o processo produtivo e que grande parte do seu produto é vendido para confecção de tampos de móveis em geral.

O evento finalizou com uma visita à planta de reciclagem mecânica existente da UNISC e com um curso básico sobre identificação de plásticos. A sua avaliação por parte dos participantes foi extremamente positiva com sugestões de temas para próximos eventos. Vários participantes deixaram registrado que é importante a manutenção de atividades como esse periodicamente.

4.2.2 Síntese dos resultados: interações e capacidade de auto-regulação

Em nível macroscópico transparece à sociedade que o município estudado está gerenciando com sucesso seus resíduos, pois o percentual de atendimento, entendendo esse como a coleta dos resíduos gerados é o mais alto da região do Vale do Rio Pardo. Mas gerenciamento sustentável de resíduos, como foi relatado anteriormente, deve ter como premissa outros conceitos, tais como, redução, reutilização e reciclagem. A existência e uso efetivo de Políticas, Leis, Códigos e Planos devem prever e fazer valer esses preceitos. Foi constatada a

existência de alguns mecanismos reguladores, mas a sua efetividade não é percebida no que tange a um gerenciamento sustentável de resíduos sólidos.

Com relação ao processo de contratação ocorrido do ano de 2002, percebeu-se que a mudança de dois agentes para um agente contratado para a coleta formal, não foi benéfico para o sistema. Além das perdas de dados demonstradas observa-se, com esse procedimento, a transferência da gestão do processo formal de coleta, triagem e destinação dos resíduos sólidos para um agente que tem a função de prestação de serviço.

A não existência do processo de coleta seletiva e a comprovação de redes (circuitos econômicos) competindo nesse sistema demonstra também a necessidade da auto-regulação com a participação ativa de todos os agentes do processo na tomada de decisão.

Do estudo com a sociedade percebe-se que há necessidade de um Programa Permanente de Educação Ambiental com foco no gerenciamento dos resíduos. Observou-se também que há variações, no modo de responder dos entrevistados, relacionadas com a faixa etária e do grau de interesse (ou conhecimento) sobre o assunto. Esse dado só reforça a necessidade descrita acima.

Há uma predisposição, por parte da sociedade, no engajamento de uma proposta de coleta seletiva que utilize a separação: lixo seco e lixo orgânico. Questões em relação ao rejeito devem ser discutidas e analisadas, pois é constatado que a sociedade não percebe esse tipo de resíduo. O mais correto seria a sua não geração, mas sabemos que isso ainda é utópico. Assim, é necessário definir com clareza o que seja rejeito e como segregá-lo.

Um Programa de Educação Ambiental com foco na coleta seletiva deve prever e utilizar diversas ações com objetivo de fazer a mudança de paradigma descrito na Figura 17. Além de *folders*, cartazes e outros meios; palestras e visitas aos domicílios e em reuniões de associações de moradores e de condomínios devem ser realizadas. As visitas aos domicílios podem ser feitas em no mínimo dois momentos, quais sejam: no primeiro momento para a construção de um diagnóstico observando como vem sendo realizados o acondicionamento do resíduo e sua separação, e no segundo momento levando aos cidadãos uma proposta de segregação e destinação adequada. Deve existir horários, dias, locais e meios de transporte diferenciados para o recolhimento dos resíduos a serem coletados.

A coleta do resíduo orgânico e do rejeito pode ser realizada por caminhão compactador e em dia pré-definido. Os resíduos secos, passíveis de reciclagem, não devem ser dispostos em frente às residências, mas aguardar horário de recolhimento, por caminhão de coleta seletiva ou por integrantes de uma associação de catadores, credenciados pelo Poder Público para realizar tal atividade. Essa ação pode reduzir o incremento de pessoas que vivem na catação em lixeiras.

Em relação aos que responderam que não separam os resíduos podemos desenvolver possibilidades de solução a partir das dificuldades apresentadas. O Quadro 16 apresenta soluções a partir das dificuldades apresentadas.

Dificuldades apresentadas	Solução
Coleta feita pelo mesmo caminhão	Coleta diferenciada PEV LEV
Não tem informação	Criar fonte de informação nos bairros e escolas (agentes ambientais) Sensibilizar a população
Não sabem separar (considera trabalhoso)	Ensinar formas práticas de separação
Não sabem separar (falta interesse)	Sensibilizar a população

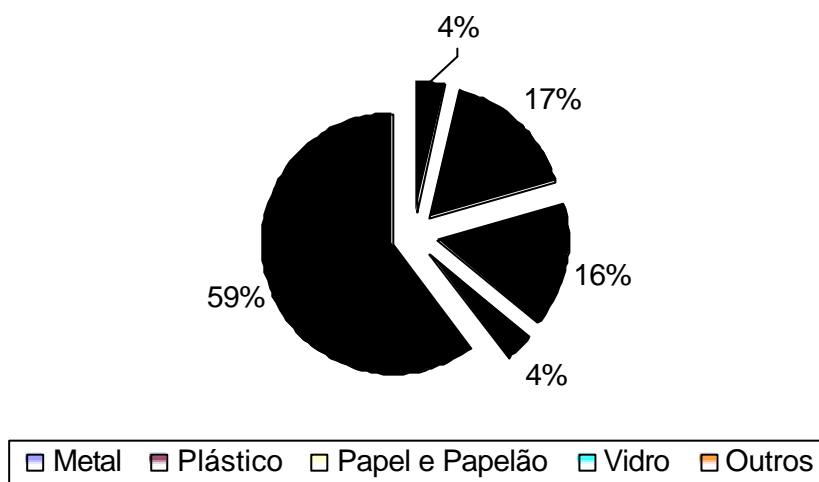
Quadro 16: Dificuldades apresentadas e soluções possíveis.

As soluções apresentadas no Quadro 16 podem ser considerados os elos da sociedade (**agente 1**) na construção de uma rede sustentável de reciclagem de plásticos.

Reforçando a necessidade da existência da coleta seletiva, tanto os resultados das entrevistas com amostras da população santa-cruzense como os da composição gravimétrica realizada sobre as cinco regiões de coleta, comprovam que há uma desmobilização do cidadão em relação à coleta seletiva. Nas regiões 1 e 3 há concentração de serviços, edifício e condomínios. Nessas áreas foi constatada uma maior separação multiseletiva de resíduos, geralmente empregada em ambientes de trabalho e em condomínios. Já na região 4 foi percebido visualmente no estudo da composição gravimétrica que havia uma maior separação dos resíduos (em seco, orgânico e rejeito) do que nas outras regiões. Na região 2 foi constatado que havia maior quantidade de matéria orgânica.

Os testes de umidade realizados também comprovam a necessidade de separação do resíduo seco e do resíduo orgânico. Observa-se nessa avaliação que o grau de umidade é maior em amostras com a presença de matéria orgânica. Por consequência, o grau de contaminação dos resíduos passíveis de reciclagem presentes nessas amostras também é maior.

Dos resultados da composição gravimétrica, considerando uma média sobre as regiões estudadas, teremos as constituições apresentadas nos Gráficos 38 e 39.

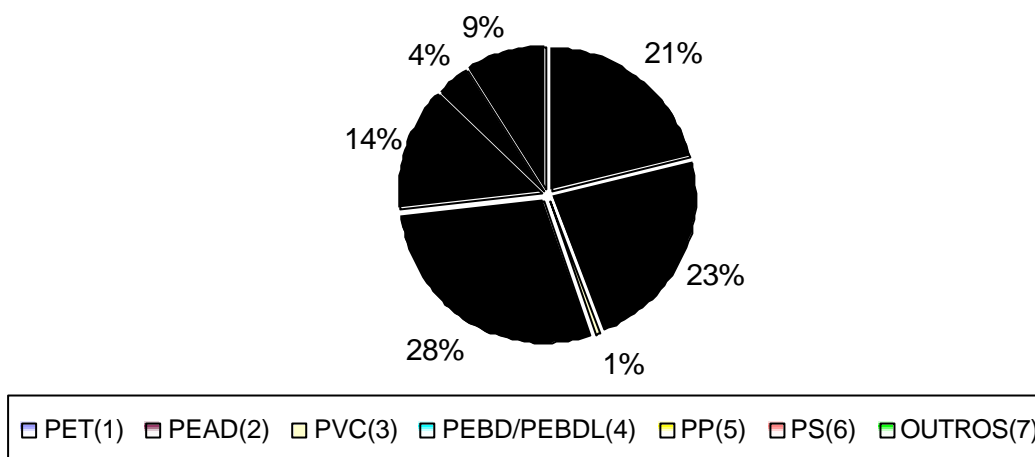


Fonte: A autora (2005).

Gráfico 38: Resultados da composição gravimétrica dos resíduos da zona urbana de Santa Cruz do Sul em 2001.

Comparando o percentual de material reciclável encontrado, 41% da amostra, com os dados apresentados na Tabela 18, é compreensível que não está ocorrendo destino adequado a grande parte dos resíduos. Se avaliarmos os 59% descritos como outros (matéria orgânica e rejeito), a ineficiência do processo fica mais clara.

Em relação à média dos plásticos presentes na amostra observa-se uma grande quantidade de Polietileno, cerca de 51% da amostra.



Fonte: A autora (2005).

Gráfico 39: Resultados da composição gravimétrica dos resíduos plásticos na zona urbana do município de Santa Cruz do Sul em 2001.

Os dados da composição dos resíduos mudam periodicamente e dependem do consumo da população e de outros fatores. As curvas históricas, apresentadas nos Gráficos 31 até o 37, mesmo embasadas nos resíduos comercializados mostram um incremento de alguns resíduos e diminuição de outros. Esse dado ressalta a importância de serem realizados estudos de acompanhamento do comportamento da produção de resíduos. O estudo da composição gravimétrica e da evolução dos principais materiais recicláveis triados para comercialização deve fazer parte de um processo de acompanhamento e monitoramento do gerenciamento de resíduos urbanos municipais. Esse estudo deve ser feito também na coleta e triagem realizada pelos outros agentes, para que se tenha um quadro fiel da realidade.

Esta implícita nas inter-relações e interdependências da maioria dos agentes estudados que as relações que existem são de ordem econômica e pouca é de parceria e de apoio. Outra constatação é a transferência da gestão do processo pelo poder público (**agente 2**) para o **agente 4** e **agente 5**. Essa transferência afeta a sustentação de redes de reciclagem que necessitam de políticas públicas voltadas ao tema. A não-existência de uma Secretaria Ambiental e de pessoal capacitado atuando junto ao poder público também foi constatado.

Em relação as recicladoras de plásticos (**agentes 10 e 11**) fica clara a necessidade de apoio por parte do **agente 2** e do **agente 3**. Foi observado também que a quantidade e a qualidade de plásticos existente no município, não é adequada às necessidades das empresas recicladoras. Nesse período é verificado um aumento no preço do plástico comercializado, em especial o PET, mas não é percebida uma maior qualificação na identificação e no processo de separação dos plásticos comercializados.

Os **agentes 6 e 7** demonstram que existe uma desunião entre a categoria, e não apresentam o serviço realizado licenciado, o que faz com que percam parceiros ou a possibilidade de parcerias. São explorados pelos **agentes 8 e 9**, principalmente em função de não terem local de armazenamento ou pela deficiência em capacitação e equipamentos. Dos plásticos recolhem maior quantidade de PET por sua valorização, mas vendem não-prensado aos atravessadores com preço menor. Eles deixam claro a necessidade de ações concretas e de apoio por parte do **agente 2** e do **agente 3**. Sofrem também da chamada invisibilidade social, pois seu serviço muitas vezes é desvalorizado pela sociedade (**agente 1**).

5 AÇÕES ESTRATÉGICAS SISTÊMICAS

O capítulo a seguir apresenta a proposição de ações estratégicas sistêmicas para a rede sustentável de reciclagem de plásticos. A descrição de seus princípios, sua estrutura e como deve funcionar com etapas de planejamento, implantação e desenvolvimento de ações, deve envolver os agentes fundamentais da rede de reciclagem e será construída tendo como base a teoria dos sistemas e a sua dinâmica necessária. A proposta de ações estratégicas sistêmicas para a rede de reciclagem de plásticos vem sendo discutida com o poder público visando sua implantação. Com relação à ruptura existente entre os agentes da cadeia do plástico, ações são propostas com intuito de gerar elos de ligação na formação efetiva de um sistema sustentável.

5.1 Ações estratégicas sistêmicas para a rede sustentável de reciclagem de plásticos

No capítulo 4 apresentamos o processo realizado na busca de conhecer a realidade existente e de desenvolver ações estratégicas sistêmicas que sustentem uma rede de reciclagem de plásticos. A caracterização dos agentes estudados revela que existem agentes em diferentes níveis de conhecimento e por consequência de percepção de mundo, uns com todo o apoio institucional necessário e outros com dificuldades de se manterem na atividade. Entende-se aqui apoio institucional aquele realizado pelo poder público, que em primeira instância é o que deve responder pela gestão e gerenciamento dos resíduos municipais.

A percepção de mundo, decorrente da ciência que conhecemos, é que nos faz agir em comunidade. No trabalho de campo junto aos agentes e no resultado do seminário realizado percebe-se a necessidade de existirem ambientes de interação e redes de experiências onde a criação de valor relacionada ao resíduo gerado deve ser compartilhada por todos os agentes. Para o resíduo plástico essa necessidade é fundamental, pois dos resultados encontrados, observa-se que para o PET já há um caminho natural decorrente de sua facilidade de ser identificado e do seu valor de mercado. Já para os outros resíduos plásticos a necessidade de inovação é constante.

A inovação nesse contexto deve ser baseada em um conjunto de soluções, e por isso, deve ser dinâmica e evolutiva. Essa inovação, também deve se concentrar não apenas no resultado, como também no conhecimento da realidade local e da experiência dos agentes envolvidos. Ela não poderá estar só embasada na reciclagem, mas também na avaliação de outras possibilidades como a redução, a reutilização ou a substituição de materiais, caso não exista forma de reuso para aquele produto desenvolvido. Na região em relação ao PE, PP e PS muito deve ser construído para sua reciclagem ou reutilização. A existência de subsídios para a instalação de recicladoras que utilizem como matéria-prima esses plásticos é uma solução interessante ao processo de agregar valor ao resíduo. Outro resíduo que não é triado pelos agentes envolvidos é a embalagem multicamada, que não tem mercado no Rio Grande do Sul. A existência de uma empresa que beneficie esse tipo de resíduo também deve ser avaliada com maior profundidade.

De acordo com os dados apresentados no capítulo anterior, observou-se também que a quantidade de resíduo plástico mensurável até o momento existente no município, não atende a necessidade do agente estudado (reciclador). Assim, ações como as descritas no capítulo quatro podem ser consideradas sistêmicas, pois revelam informações necessárias a sustentação do processo estudado. Para que isso ocorra deve haver a constituição de um comitê de gerenciamento de resíduos sólidos com a participação de todos os agentes da cadeia. A estrutura do comitê será discutida no decorrer desse capítulo.

Considerando também que, os resíduos gerados pelo homem têm valor, se não o tivesse não deveriam ser produzidos, eles devem ser considerados bens coletivos, públicos ou ainda livre. Sendo assim, eles precisam ser disciplinados por meio de instrumentos denominados regulamentação. Essa regulação deve disciplinar o acesso e o desfrute dos resíduos gerados. A regulamentação deve partir do poder público, considerando que a destinação e uso dos resíduos deve atender a valores universais. Se não houver regulamentação a tendência é que ocorra uma distribuição de valores individualizáveis que interessa a grupos e não a toda a sociedade. Essa é a realidade atual em relação à gestão dos resíduos recicláveis existentes no município estudado, discutida no Capítulo 4.

Para assegurar a construção de uma rede sustentável de reciclagem de plásticos, visando mudanças consistentes rumo à sustentabilidade econômica, social e ambiental, propõe-se a organização de um comitê de gerenciamento de resíduos

sólidos, que deve ter como objetivo principal a promoção da articulação entre todos os agentes que atuam ou que poderão vir a atuar na rede sustentável de reciclagem de plásticos, incentivando-os no reciclo dessa matéria-prima. O comitê gestor deve estar articulado em redes da qual participem, em processo, franco e aberto:

1. sociedade (associação de moradores, sociedade civil organizada, representações de classe,...);
2. poder público (através das secretárias de planejamento, de transportes e serviços públicos e de educação);
3. universidade (através do grupo de pesquisa em reciclagem de plásticos);
4. empresas recicladoras de plásticos e outros resíduos;
5. associações de catadores, e catadores individuais credenciados pelo poder público para atuar junto ao sistema;
6. empresas contratadas para atuar junto à rede.

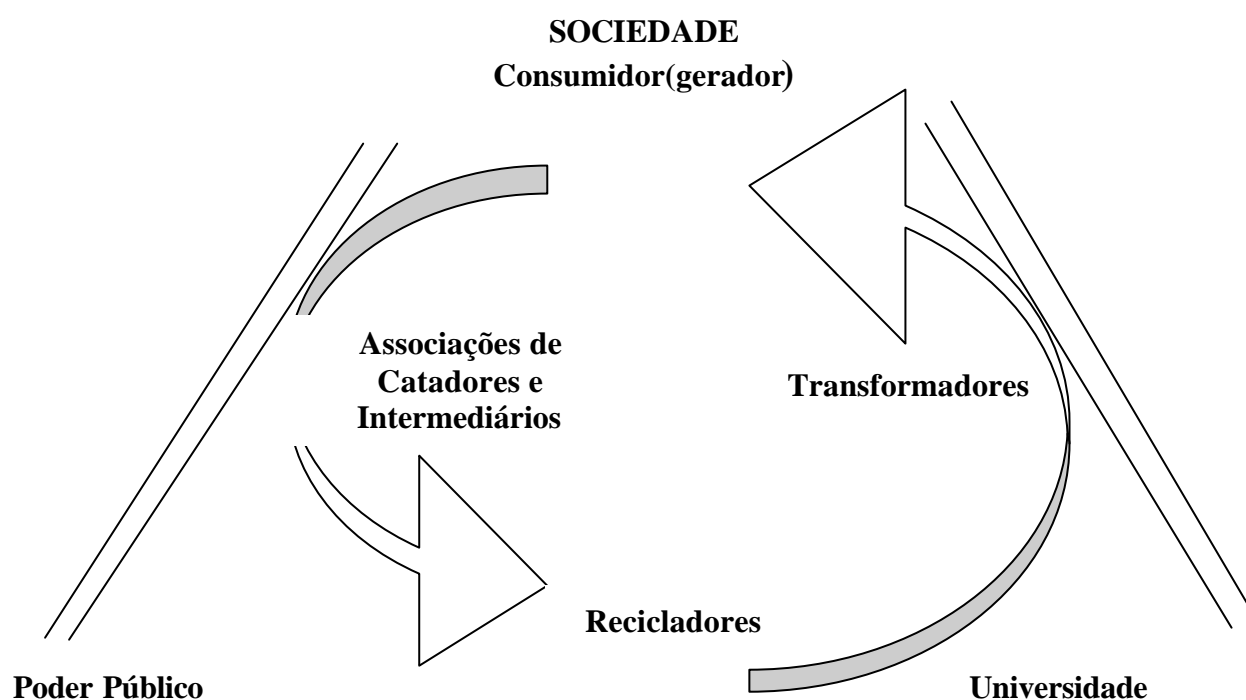
A complexidade da formulação e implementação remete naturalmente para uma abordagem multidisciplinar e interinstitucional, devendo atender decididamente a diretrizes básicas como:

- ? organização;
- ? descentralização;
- ? compartilhamento;
- ? protagonismo;
- ? empreendedorismo;
- ? mobilização social;
- ? capacitação;
- ? determinação política.

É claro que ação dessa amplitude necessita de liderança de e instrumentos apropriados. Assim o comitê deve ser organizado em redes as quais podem ser estruturadas compreendendo equipes de coordenação constituídas por: sociedade, poder público, universidade e empresas recicladoras. É importante acrescentar que, a rede deve ter como papel de ser um mecanismo flexível com equipe de coordenação e articulação para assegurar ritmo e animação ao processo

que, em última instância, deverá evoluir para a liderança e gestão autônoma dos agentes envolvidos.

Havendo forte participação dos agentes suas experiências serão progressivamente desenvolvidas e adequadas, para diferentes condições sócio-econômicas, tornando a tecnologia básica disponível e formando uma verdadeira rede sustentável de reciclagem de plásticos. A Figura 18 apresenta a proposta de estrutura para a rede discutida.

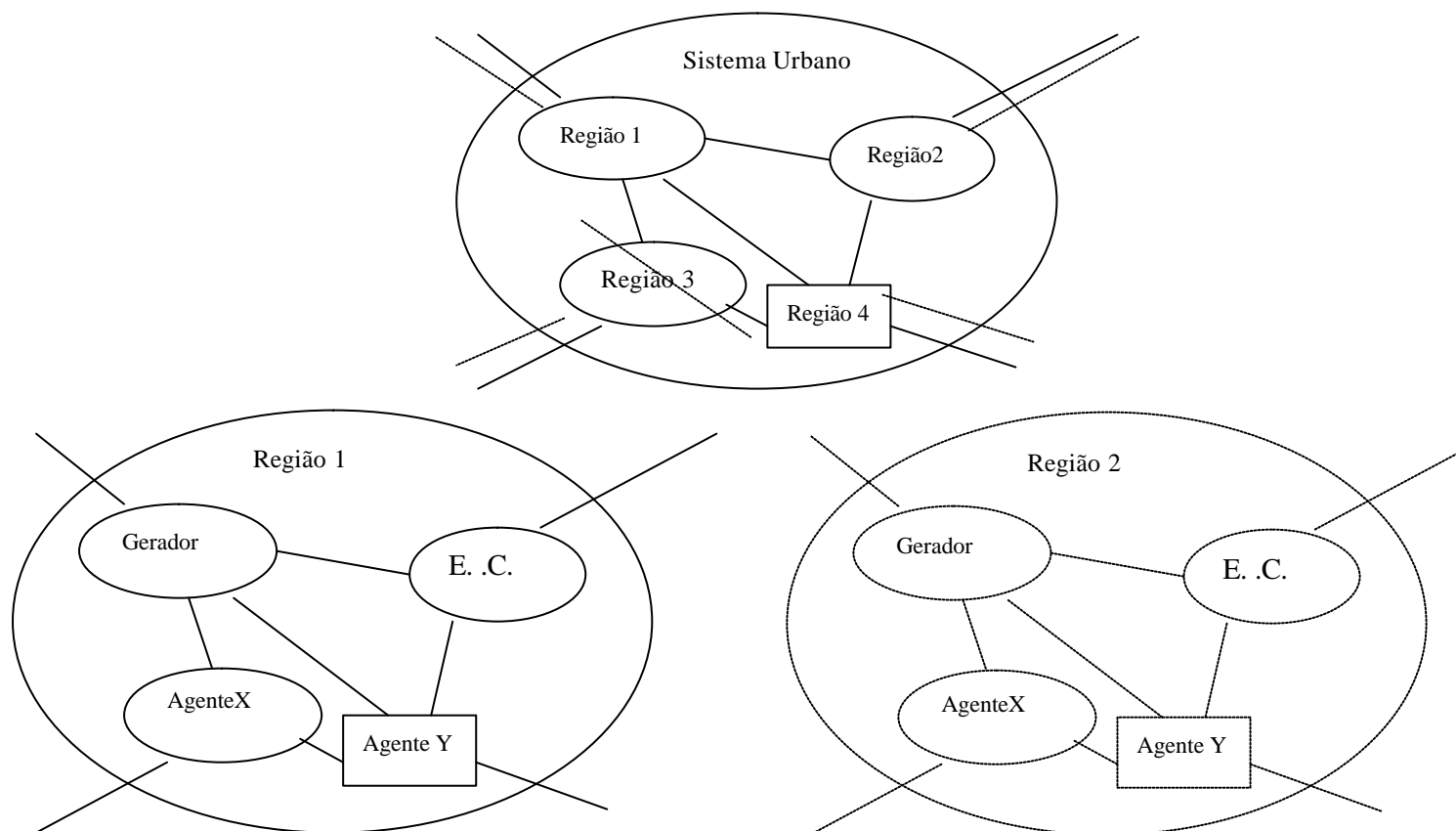


Fonte: A autora (2005).

Figura 18. Proposta de estrutura para a constituição da rede sustentável de reciclagem de plásticos.

Para que a integração de todos os agentes (principalmente os mais diferentes) ocorra, a equipe de coordenação irá articular por região de coleta os agentes que nela atuam. Assim, a proposta também trabalha com a questão da geração de sub-sistemas no meio urbano do município, conforme apresentado na Figura 5, presente no corpo desse trabalho. Cada região de coleta será um sub-sistema com agentes pré-determinados. Desse modo, é interessante iniciar a atividade em uma região de coleta e ir implantando a mudança no processo atual de

coleta, triagem e destinação em etapas, planejadas e discutidas pela equipe de coordenação. A Figura 19 a seguir apresenta a estrutura proposta. Destacamos que, os sub-sistemas devem evoluir assim como o sistema urbano, ou seja, elas não podem tender à cristalização das ações, mais sim um constante criar e recriar de ações.



Fonte: A autora (2005).

Legenda:

E. C. Equipe Coordenadora

Gerador é o agente responsável pela criação do resíduo.

Agente X e Agente Y definido para cada sub-sistema, podendo ter mais que dois por sub-sistema.

Figura 19. Sistema urbano analisado sob o as regiões de coleta.

O planejamento das ações para a sustentação da rede de reciclagem deve ter foco na ação que cada agente deve executar para a sustentação da mesma. O Quadro 17 apresenta uma relação entre os agentes, os processos e as funções desempenhadas para a sustentação de uma rede sustentável de reciclagem de plásticos.

Continua...

Agente	Processo	Função
Sociedade (consumidor e gerador)	Aprendizagem e Avaliação sobre o consumo; Separação e disposição adequada.	Consumo responsável; Multiplicador das boas práticas; Destina para a reciclagem; Articulação com a rede.
Coletor e triador(contratado)	Coleta diferenciada do Resíduo Seco; Triagem do reciclável, buscando agregar mais valor aos resíduos trabalhados. Buscar gerar rejeito zero.	Organizado em associação; Responsabilidade com o ambiente; Articulado com a restante da sociedade; Agente Ambiental; Investe tempo em capacitação. Busca novas formas de comercialização, armazenagem e de alternativas para a matéria-prima; Articulação com a rede.
	Coleta diferenciada do resíduo orgânico e rejeito; Triagem da matéria orgânica e do rejeito	Utilização de veículo diferenciado para coleta porta a porta; Destinação para pátio de compostagem; Separação da matéria orgânica do rejeito; Compostagem da matéria orgânica e encaminhamento do rejeito para aterro; Busca otimização do processo e formas de comercialização para a matéria-prima; Articulação com a rede.
Intermediário	Propor parceiras com o catador que auxilie os dois dentro da rede.	Tem infra-estrutura (área de armazenagem e equipamentos) para melhorar o produto final; Busca aprimorar-se em um resíduo, por exemplo, fabricação de sacos plásticos; Articulação com a rede.
Poder Público	Dar início ao processo; Agente incentivador e gestor.	Constituição da Rede e da equipe coordenadora; Articulação com a Equipe para a construção do plano de ação da rede; Apoio a todos os agentes da rede; Busca de empreendimentos na área de reutilização e de reciclagem e incentivos a implantação de empresas no município.

Fonte: A autora (2005).

Quadro 17: Agentes, processos e funções para a sustentação da rede de reciclagem de plásticos.

Continuação.

Agente	Processo	Função
Universidade	Transferência de Tecnologia e de gestão; Conciliação entre os agentes; Acompanhamento e Avaliação.	Imparcialidade e busca dos elos entre os agentes; Agente motivador; Integrador e transformador; Capacitador; Articulação com a rede.
Empresas recicladoras	Utiliza o plástico pós-consumo para a confecção de um novo produto	Investe no fortalecimento de toda a rede; Busca tecnologia limpa e otimização do processo produtivo; Investe em programas ambientais; Articulação com a rede.

Quadro 17: Agentes, processos e funções para a sustentação da rede de reciclagem de plásticos.

Observando o Quadro 17 é importante que, para a existência de uma rede sustentável, os processos de contratação de serviços de terceiros pelo poder público não contemplem apenas um agente, mas vários deles. Assim o processo licitatório deve ser embasado nas funções necessárias à sustentação e não no tirar o resíduo da frente das residências. Existindo a coleta seletiva, os locais de triagem e de armazenamento, devem ser capacitados para a realização do processo de identificação dos plásticos e assim agregar valor ao produto. Em relação ao armazenamento ele deve ser realizado com intuito de inovar, a disposição do resíduo, ou seja, aqueles resíduos que ainda não tem utilidade imediata devem ser armazenados para posterior utilização. Pesquisas sobre os possíveis usos devem ser realizadas pela universidade.

Assim, o funcionamento das redes suas etapas de planejamento, implantação e desenvolvimento de ações devem envolver, inicialmente os agentes fundamentais da rede de reciclagem (poder público, sociedade, universidade e recicladores) e ser construída tendo como base à teoria dos sistemas e a sua dinâmica necessária. A proposta construída pelos agentes deve ser discutida e encaminhada sua regulação pelo comitê gestor de resíduos sólidos ao poder público.

A ruptura existente na cadeia produtiva do plástico deve ser analisada e proposta às organizações envolvidas com a primeira, segunda e terceira geração dos plásticos, os seguintes elos de ligação:

- definição e fiscalização da aplicação da matéria-prima plástica por produto desenvolvido; e
- apoio à constituição de redes de reciclagem de plásticos, através de incentivos financeiros e tecnológicos aos agentes que participam com maior intensidade da quarta e quinta geração do plástico.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

“Se for sistêmico é sustentável [...]”

(Baasch, 2005)

Muitos estudos apontam a reciclagem como um dos processos essenciais à eficiência das políticas de gestão de resíduos sólidos. Mas devemos considerar que o setor de reciclagem de plásticos ainda se encontra em um estágio inicial de desenvolvimento, apesar de algumas empresas já estarem bem estruturadas e preocupadas com a qualidade do processo e do produto. A formação de uma rede integrada composta por agentes como a universidade, sociedade, poder público e recicladores irá possibilitar a sustentação de ações nessa área. A reciclagem não pode ser vista como a única alternativa que conduz a uma gestão de resíduos municipais necessária a realidade atual, mas poderá levar à melhoria da qualidade de vida da população com a geração de impactos positivos muito importantes para a sociedade, tais como os que foram relatados no decorrer dessa tese.

Como se observou, a interação entre os agentes estudados carece de melhor aprimoramento para que a área de reciclagem tenha maior sucesso. É necessário, entretanto, que existam mecanismos mais atuantes, que sejam facilitadores dessa interação, e possam promover um processo contínuo, que muito beneficiará a todos. A proposta de criação da rede sustentável de reciclagem de plásticos e da equipe de coordenação vem com esse objetivo.

Como não existe, até o momento, uma Secretaria Municipal com foco nas questões ambientais, a criação de um comitê gestor de resíduos sólidos e de uma rede sustentável de reciclagem de plásticos, com uma equipe de coordenação, deve gerar uma teia de relações que modifiquem várias questões, como por exemplo, a condição de informalidade do setor e a de que o resíduo não tem valor. Resíduo não some e é de responsabilidade de todos. Para mudar esse paradigma é necessária a existência de um programa de educação ambiental, social e econômica permanente. Com as vistas de campo foi possível iniciar o conhecimento sobre o funcionamento das redes que existem, os resultados, a forma como são disponibilizados os dados relativos ao processo, as oportunidades e dificuldades de cada agente.

A pesquisa contribuiu para o aprofundamento de conceitos importantes para a mudança do pensamento linear para o pensamento sistêmico. Se o pensamento muda a ação também passa a acontecer em outro nível. Em relação ao

conhecimento adquirido sobre resíduos sólidos: problemas, classificação, formas de tratamento e de disposição, revelam a grande necessidade de planejamento, execução, análise e acompanhamento de uma forma que integrem agentes, almejando a melhoria contínua e a construção de ações estratégicas sistêmicas, formando elos entre os agentes da rede.

Para o plástico é insustentável sua disposição em aterro, logo a sua redução, reutilização e reciclagem devem ser vistas como formas sustentáveis de destinação. Em relação às formas de reciclagem de plásticos devem ser desenvolvidas pesquisas sobre a reciclagem química, e seus resultados transferidos para os agentes da rede. Outros temas relevantes devem ser avaliados para aplicação na região como alternativa para a sustentação do sistema.

A rede deve ser dinâmica, flexível e auto-reguladora, realizando o processo de tomada de decisão apoiada em dados confiáveis. Assim fica como sugestão a construção de planilha padrão de acompanhamento do balanço total de massa de resíduos coletados no município. A capacitação dos agentes envolvidos é também fator fundamental para a sustentação da rede.

REFERÊNCIAS

- AGNELLI, J.A.M. **Reciclagem de polímeros**: situação brasileira. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v.4, n.4, p.9-18, 1996.
- ALMADA J. L. R. **Plásticos**: desenvolvimento, produção e especificações de materiais plásticos. Apostila de curso Conwonent, 1996.
- ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; MELO, Claudia dos Santos; CAVALCANTI, Yara. **Gestão ambiental**: planejamento avaliação, implantação, operação e verificação. Rio de Janeiro: Thex Ed., 2000.
- ALTVATER, Elmar. **O preço da riqueza**: pilhagem ambiental e a nova desordem mundial. São Paulo: UNESP, 1995.
- AMBIENTE SP. São Paulo. Disponível em: <<http://www.ambientesp.com.br/indice>>. Acesso em 13 jan. 2005.
- ARENA, U.; MASTELLONE, M. L.; PERUGINI, F. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v.8, n.92. 2003.
- ASTM D 5033-90 - Standard guide for the development of standards relating to the proper use of recycled plastics. **Annual Book of ASTM**, Filadélfia, v. 8.3, 307-309 p., 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Anuário da indústria química 2002**. São Paulo, Ano 29, 2003. 281 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: procedimento. Rio de Janeiro, 1984.
- _____. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 1987.
- _____. **NBR 13230**: simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos. Rio de Janeiro, 1994.
- ALBUQUERQUE, Jorge Arthur Cavalcanti. **O plástico na prática**. 2. ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1999.

BAASCH, Sandra Sulamita Nahas. **“Se for sistêmico é sustentável [...]”**. Frase extraída da última orientação proferida em 10 de agosto de 2005 no Hotel Baía Norte. Florianópolis, 2005.

_____. **Um sistema de suporte multicritério aplicado na gestão dos resíduos sólidos nos municípios catarinenses**. 1995. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria geral dos sistemas**. Brasília: Vozes, 1975.

BIDONE, Francisco Ricardo Andrade; POVINELLI, Jurandyr. **Conceitos básicos e resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999.

BORGES, Cecília. Recicle a Natureza Agradece. **Revista Pack**, São Paulo, Ano 3, n. 29, p. 12-13, jan., 2000.

BOROWSKI, José A. Papeleiros formam associação. **Gazeta do Sul**, Santa Cruz do Sul, p. 5, 27 mar. 2001. Caderno Geral.

_____. Reciclagem evita derrubada de floresta. **Jornal Gazeta do Sul**, Santa Cruz do Sul, 10 mar. 2005. Caderno Geral.

BOUSTEAD, I. Plastics and the environment. Great Britain: Elsevier Science. **Radiat. Phys. Chem.** v. 51, n. 1, p. 23-30, 1998.

BRAGUIROLI, M. L. S. **Capacidade e aprendizagem tecnológica na terceira geração da indústria petroquímica do Rio Grande do Sul**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988, 146 p.

BRASILPLAST 2003 - Feira Internacional da Indústria do Plástico. 9. **Plástico Moderno**, n. 340, fevereiro de 2003.

_____. Feira Internacional da Indústria do Plástico. 9. In: **Plásticos em Revista - O Plástico no Brasil**, Ano 40, n. 479, jan/fev 2003.

BUCKLEY, W. **A sociologia e a moderna teoria dos sistemas**. São Paulo: Cultrix, 1971.

CACHUM, Mercheg. **Novas oportunidades de negócios e responsabilidade social**. In: SEMINÁRIO INDÚSTRIA DO PLÁSTICO - os caminhos para crescer e conquistar novos mercados. São Paulo, 2004.

CALLENBACH, E. et al. **Gerenciamento ecológico**: guia do instituto Elmwood e auditorias ecológicas e negócios sustentáveis. 9. ed. São Paulo: Cultrix, 1999.

CÂMARA DE VEREADORES. Discussões sobre o preço do custo da coleta de lixo no município de Santa Cruz do Sul. Santa Cruz do Sul, segundo semestre de 2003.

CAMPOS, Poti Silveira. Custo do lixo varia mais de 100% no Estado. **Zero Hora**, Porto Alegre, p. 4-5, 17 jun. 2002.

CANTO, E. L. de. **Plástico**: bem supérfluo ou mal necessário? São Paulo: Moderna, 1995.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 1996.

CARVALHO, G. A.; HEMAIS, C. A. A disputa entre o HIPS e o PP no mercado de descartáveis plásticos. **Revista de Química Industrial**, p. 16-19, jul./set. 1996.

CBO – Classificação Brasileira de Ocupações. Disponível em: <<http://www.mteco.gov.br/busca.asp>>. Acesso em: 10 out. 2003.

CEMPRE. Primeira parcial da Pesquisa Ciclosoft 99 confirma: Cresce mais de 50% o número de municípios com programas de coleta seletiva. **Cempre Informa: Tendências e Atualidades**. n. 43, jan./fev. 1999a. Disponível em: <www.cempre.org.br>. Acesso em: 15 mar. 2000.

_____. Plástico granulado. **Cempre Informa: Reciclagem e Negócios**, jan. /fev. 1999b. Disponível em: <www.cempre.org.br>. Acesso em: 10 out. 2000.

_____. **Radiografia da indústria de plástico reciclado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <www.cempre.org.br>. Acessado em: 10 out. 2000.

_____. A reciclagem de plásticos no Brasil. **Cempre Informa: Negócios e Oportunidades**, n. 73, jan./fev. 2004. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/2004-0102_inter.php>. Acesso em: 15 mar. 2004.

CHURCHMAN, C. W. **Introdução à teoria dos sistemas**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1972.

COELHO, Christianne Coelho de Souza Reinisch. **A questão ambiental dentro das indústrias de Santa Catarina**: uma abordagem para o segmento têxtil. 1996. 210 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COLBY, Michael. La administracion ambiental em el desarrollo: evolucion de los paradigmas. **Revista el trimestre econômico**, México, Fondo de cultura Económica, v. LVIII, n. 3, jul./sep. 1991.

COLTRO, Leda. Embalagens plásticas flexíveis versus meio ambiente. **PACK – Tecnologia de Embalagem e Logística**, São Paulo, Ano 3, n. 29, p. 16-17, jan. 2000.

CONSELHO Regional de Desenvolvimento do Vale do Rio Pardo. **Plano Estratégico de Desenvolvimento do Vale do Rio Pardo**. Santa Cruz do Sul: COREDE-VRP (1ª etapa): EDUNISC, 1998, p.90.

_____. **Plano Estratégico de Desenvolvimento do Vale do Rio Pardo**. Santa Cruz do Sul: COREDE - VRP(2ª etapa): EDUNISC, 1999, p. 61-62.

_____. **Agenda 21 regional do Vale do Rio Pardo (RS)**. Santa Cruz do Sul: COREDE - VRP: EDUNISC, 2003, p. 41-48.

COSTA, A. C. F. **Os caminhos dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Porto Alegre**: da origem ao destino final. 1998. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DAENZER, W.F.; HUBER, F. (Org.). **Systems engineering**: Methodik und Praxis. Zürich: Industrielle Organisation, 1992.

DATAMARK. **A evolução do Mercado de embalagens plásticas flexíveis**. Disponível em: <http://www.datamark.com.br/Apresentacao/abieffinal/ABIEFFinal_fullscreen.htm>. Acessado em: 19 maio 2004.

DIAS, Genebaldo Freire. **Elementos de ecologia urbana e sua estrutura sistêmica**. Brasília: IBAMA, 1997.

FAIRBANKS, Marcelo. Petroquímicas articulam a integração da cadeia produtiva. **Plástico Moderno**, São Paulo, p. 35, fev. 2003.

FARIA, A. N. de. **Organização e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – RS. **Lei dos Resíduos Sólidos do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1999.

FERGUSON, Marilyn. **A conspiração aquariana**. 12. ed. Rio de Janeiro: Record, 2000.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FERRO, Simone. Especialistas prevêem futuro e tendências do setor até 2010. **Plástico Moderno**, São Paulo, p. 18-30, dez./jan. 2002.

_____. PET: reciclagem inicia nova fase com aplicação em preforma. **Plástico Moderno**, São Paulo, p. 8-19, maio 1999.

_____. Oferta anual não supre demanda futura e produção tem de ser duplicada até 2012. In: **Anuário Brasileiro do Plástico 2004/2005**. , 20. ed. São Paulo: Ed. QD, 2004.

_____. Perspectiva 2005: ano começa bem com consumo aquecido BRASILPLAST. **Plástico Moderno**, São Paulo, p. 8-13, jan. 2005.

FIGUEIREDO, Paulo Jorge Moraes. **A sociedade do lixo: os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. Piracicaba: UNIMEP, 1994.

FRANK, Beate. **Uma abordagem para o gerenciamento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Itajaí com ênfase no problema enchentes**. 1995. 326 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FRANK, Beate. **Metodologia de pesquisa ambiental: o pensamento sistêmico**. Blumenau: FURB, 2002. (Apostila - Módulo 3).

FREIRE, João Ruy Dornelles; JARDIM, Flávio Pascoal. **O futuro da indústria petroquímica gaúcha**. Disponível em: <<http://read.ufrgs.br/read16/artigo/artigo3.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2002.

FURTADO, M. R. Aplicações novas prometem dobrar o uso de reciclados. **Plástico Moderno**, p. 8-18, jun., 1996.

GALLISA, Clarice. Usina de lixo está quase pronta. **Jornal Gazeta do Sul**, Santa Cruz do Sul, p. 5, 15 fev. 1999. Caderno Geral.

GAZETA DO SUL. Fundação quer auxílio para central de resíduos. **Jornal Gazeta do Sul**, Santa Cruz do Sul, p. 5, 05 dez. 2003. Caderno Geral.

_____. Lixo: orçamento teria errado previsão. **Jornal Gazeta do Sul**, Santa Cruz do Sul, 12 ago. 2005.

HARDING, H. A. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989.

HARRINGTON, James. **Aperfeiçoando processos empresarias**. São Paulo: Makrom Books do Brasil, 1993.

HELLER, Léo; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira. Pesquisa e Desenvolvimento na área de saneamento no Brasil: necessidades e tendências. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 24-35, jan/mar. 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios**: síntese de indicadores 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

IPT/CEMPRE – Instituto de Pesquisas Tecnológicas - Centro Empresarial Para a Reciclagem. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

LERÍPIO, Alexandre de Ávila. **Gestão da qualidade ambiental**. Santa Cruz do Sul, 2000. (Apostila da disciplina de Novas Metodologias em Gestão da Qualidade Ambiental).

_____. **Um método de gerenciamento de aspectos e impactos ambientais**. 2001. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LIMA E SILVA, P. P. de, et al. **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro: Thex, 1999, p. 194.

LÓPEZ, Diosnel Antonio. Tendências na gestão de resíduos sólidos. In: SEMINÁRIO LIXO E SUSTENTABILIDADE, 2002. Santa Cruz do Sul: UNISC.

MADI, L., MÜLLER, M.; WALLIS, G. **Brasil Pack Trends 2005**: tendências da indústria brasileira de embalagem na virada do milênio. Campinas: CETEA/ITAL, 1998.

MANO, Eloisa B. **Polímeros como materiais de engenharia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1991.

_____; MENDES, L. C. **Identificação de plásticos, borrachas e fibras**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

MANRICH, Sati et al. **Identificação de plásticos: uma ferramenta para reciclagem**. São Carlos: Editora UFSCar, 1997.

MANSUR, G. L. **O que é preciso saber sobre limpeza urbana**. Rio de Janeiro: IBAM/CPU, 1993.

MÁRCIO, Claudio. Lixo substitui óleo diesel. **Revista Ecologia e Desenvolvimento**, ano 7, n. 66, p. 33-35, out. 1997.

MARTINS, Agnes F.; SUAREZ, João C. M.; MANO, Eloísa B. Produtos poliolefinicos reciclados com desempenho superior aos materiais virgens correspondentes. **Polímeros Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 4, p. 27-32, out./dez. 2000.

MICHAELI, W. **Tecnologia dos Plásticos**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1995.

MORAES, Jorge André Ribas et al. **Embalagens plásticas e reciclagem como forma de amenizar o impacto ambiental**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2000.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Lisboa: Instituto Piaget, 1991.

_____. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 2000.

MUNIZ, Marise. **Riqueza garimpada no lixo**. Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/clipping15.html>> Acesso em: 11 nov. 2000.

NEVES, Clarissa Eckert Baeta (Org). **Nicklas Luhman: a nova teoria dos sistemas**. Porto Alegre: UFRGS, 1997.

ODUM, Howard. **Systems Ecology**. New York: John Wiley, 1983.

OLIVEIRA, Arthur Santos Dias de. **Método para a viabilização de implantação de plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos: o caso do município do Rio Grande – RS**. 2002. 230 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

O PLÁSTICO NO BRASIL 2000 – 2001. **Plástico em Revista**, São Paulo, ano 38, n. 448, mar. 2000.

PACHECO, Elen Beatriz. A. V. **Misturas reativas de PET/ PEAD/ ionômeros e estudos mercadológicos para aplicação em reciclagem.** 1999. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Plásticos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

_____; HEMAIS, Carlos A. Mercado para produto reciclado à base e PET/HPDE/ionômero. **Polímeros**, v. 9, n. 4, p.59-64, out./dez. 1999.

_____. O desenvolvimento da reciclagem de plásticos no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente, 6., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade no processo** a qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo: Atlas, 1995.

PASCOE, R. D.; O'CONNELL, B. Flame treatment for the selective wetting and separation of PVC and PET. **Waste Management**, n. 23, p. 845-850, 2003.

_____. Development of method for separation of PVC and Pet using flame treatment and flotation. **Minerals Engineering** 16, p. 1205-1212, 2003.

PAULI, Guinter. **Emissão zero:** a busca de novos paradigmas: o que os negócios podem oferecer a sociedade. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

PAWLAK, A. et al. Characterization of scrap poly(ethylene terephthalate). **European Polymer Journal**, n. 36, p. 1875-1884, 2000.

PETROMIX. **Reciclagem de plásticos.** Disponível em: <http://www.petromix.com.br/reci_plast.htm>. Acesso em: 10 dez 2004.

PHILIPPI, L. S.; SILVEIRA, S.S.B. **Caracterização dos resíduos sólidos do município de Florianópolis.** Florianópolis: Relatório de bolsista do CNPq, agosto de 1988.

PLÁSTICO EM REVISTA. Especial: A primeira triagem. **Plástico em Revista**, Ano 38, n. 454, set. 2000.

_____. Especial: Conjuntura – Volta por cima? **Plástico em Revista**, Ano 41, n. 490, jan/fev. 2004.

PLASTIVIDA. **Radiografia da Indústria de Reciclagem de Plástico – Rio Grande do Sul.**(2000). Disponível em: <<http://www.plastivida.org.br/bibliote/pdf/recicla-Rs.pdf>> Acesso em: 21 dez. 2001.

_____. **A indústria de reciclagem de plásticos no Brasil.** (2002). Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/bibliate/pdf/Apresentacao_plastivida.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2004.

PLASTVAL. **Transformação dos plásticos.** Disponível em: <<http://www.plastval.pt/conteudo/consumidores/transformacao.html>>. Acesso em: 06 ago. 2004.

LEON, Gustavo Ponce de. Reaproveitar é de Lei. A natureza agradece. **PACK – tecnologia de embalagem e logística**, São Paulo, Ano 2, n. 06, p. 12-13, dez. 1998.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA CRUZ DO SUL. Projeto de seleção e reciclagem de lixo. Santa Cruz do Sul: Secretaria Municipal de Serviços Essenciais, 1997.

PROGRAMA RS: uma vocação plástica. **O desempenho da indústria de plástico no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: SEDAI, [2000?].

RANGEL, C. M. P. **Resíduos sólidos.** Porto Alegre: Sindiquim, 1998, DOE de 02 de abril de 1998, 4 p.

REICHERT, G. A. et al. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.** Santa Cruz do Sul: Programa de Desenvolvimento de Recursos Humanos, ABES, 2001.

REINFELD, N. V. **Sistemas de reciclagem comunitária: do projeto à administração.** São Paulo: Makron Books, 1994.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto-lei n. 38356 de 01 de abril de 1998.** Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 02 abr. 1998.

RODRIGUES, Adriane L.; MÄHLMANN, Cláudia M.; KIPPER, Liane M. **Manual sobre reciclagem de plásticos:** parte 1. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2004.

_____. **Relatório Final do Projeto:** Reciclagem de Resíduos Plásticos. Santa Cruz do Sul: Pólo de modernização Tecnológica do Vale do Rio Pardo, março de 2005.

ROLIM, Aline Marques. **A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo em oito empresas do Rio Grande do Sul.** 2000. 129f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROLIM, S. P. Prós e contras de reciclar plásticos. **Revista Plástico Moderno**, n.323, ago. 2001.

ROSELANE, Maria. Problema social: invasão é novo episódio da novela dos papeleiros. **Jornal Gazeta do Sul**, Santa Cruz do Sul, p. 5, 27 jul. 2005. Caderno Geral.

RUBERG, C. et al. Promoção da qualidade ambiental através da reciclagem de resíduos sólidos domiciliares. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL, 2., 1998. **Anais...** Porto Alegre.

SALDANHA, J.; LUDWIG, R. M. **O plástico nosso de cada dia**. Porto Alegre: Livreto, 2001.

SANTA CRUZ DO SUL. **Termo de Contrato assinado em 27 de novembro de 2002**. Santa Cruz do Sul: séc. Municipal de governo e Desenvolvimento Econômico, 2002.

SARDENBERG, Ronaldo Mota. Visões estratégicas e o futuro desejável. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 6, p. 21-32, mar. 1999.

SCHMIDHEINY, Stephan. **Mudando o rumo**: uma perspectiva empresarial global sobre desenvolvimento e meio ambiente. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1992, 06 p.

SCHNEIDER, Sabrina. Papeleiros querem se organizar. **Jornal Gazeta do Sul**, Santa Cruz do Sul, p. 3, 10 jun. 2003. Caderno Geral.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO. Dados disponibilizados. Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul: entrevista concedida, 2005.

SILVA, Edna Lúcia da, MENEZES, Éster M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2001.

SILVEIRA, Rosí C. E. da. Produção e gestão de resíduos sólidos domésticos do vale do Rio Pardo. In: VOGT, O. P.; SILVEIRA, R. L. L. da (Org.). **Vale do Rio Pardo: (re)conhecendo a região**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2001. p. 301-322.

SINO RETO, Maria Aparecida de. Tributação Espreme o Reciclador e Brecia Expansão do Setor. **Plástico Moderno**, São Paulo, p. 10-26, set. 2000.

_____. Transformação injeta US\$ 9,7 bilhões para dobrar de tamanho. **Plástico Moderno**, São Paulo, p. 10-16, dez./jan. 2001.

_____. Comportamento atípico do mercado provoca queda histórica na demanda. **Anuário Brasileiro do Plástico**, São Paulo, p. 10-14, 2003.

SPINACÉ, Maria Aparecida da Silva; DE PAOLI, Marco Aurélio. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química Nova**. v. 28, n. 1, p. 65-72, 2005.

STRONG, A. B. **Plastics**: materials and processing. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.

TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary; VIGIL, Samuel. **Integrated solid waste management - engineering principles and management issues**. Ney York: Mc-Graw Hill International Editions, 1993.

TIEZZI, Enzo. **Tempos históricos, tempos biológicos**. São Paulo: Nobel, 1988.

UMA - Universidade Livre da Mata Atlântica. **Ministro anuncia redução de IPI para plástico reciclado**. Disponível em: <<http://www.wwiuma.org.br>>. Acesso em: 11 nov. 2002.

VALLE, C. E. de. **Qualidade Ambiental**: como ser competitivo protegendo o meio ambiente. São Paulo: Ed. Pioneira, 1995.

VERDUM, Roberto. Ciclo do papel da coleta ao processamento: personagens e estrutura. In: VERDUM, Roberto; SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; BASSO, Luís Alberto (Org.). **Ambiente e lugar no urbano**: a Grande Porto Alegre. Porto Alegre: Ed. Universitária, UFRGS, 2000, p. 187-203.

VILHENA, A. T.; PACHECO, E. B. A.; HEMAIS C. A. Tecnologias para reciclagem de papel e de plástico no Brasil. **Revista de Química Industrial**, n. 703, p. 5-10, 1995,

WIEBECK, H. **Reciclagem do plástico e suas aplicações industriais**. São Paulo: USP/SEBRAE, maio, 1997.

WIEBECK, Hélio; PIVA, Ana M. **Reciclagem mecânica do PVC**. São Paulo: Instituto do PVC, 1999. 98 p.

ANEXOS

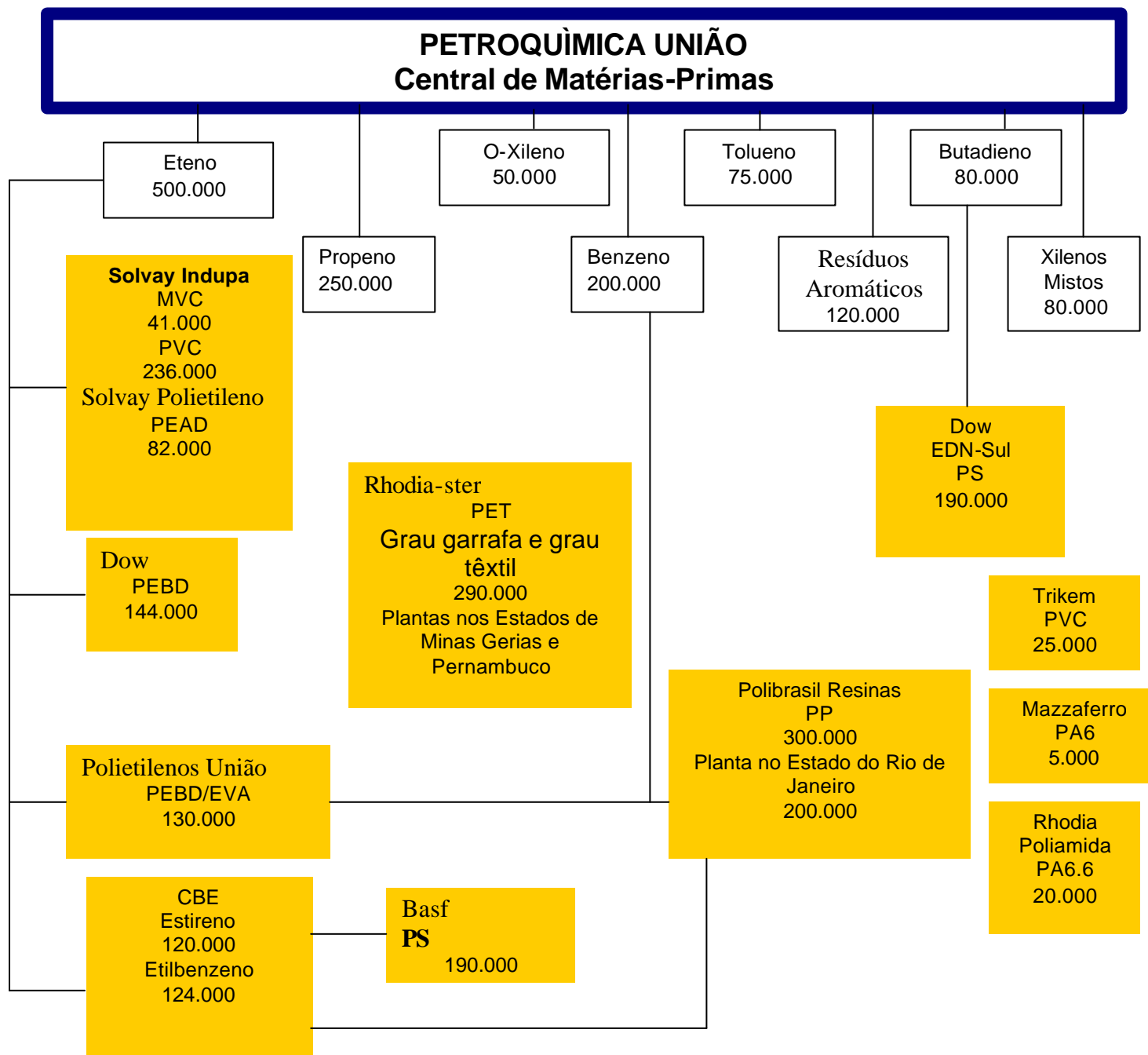
ANEXO A - Dados gerais sobre os pólos petroquímicos existentes no Brasil.

Pólo Petroquímico	Localização Início	1ª Geração Centrais de Matéria-Prima	Capacidade Produtiva	2ª Geração	Estratégia Principal	Vantagens
São Paulo	Cubatão 1955	Petroquímica União (1972)	500 mil ton./ano de eteno na base nafta	39 empresas	Localização	Mesmo sendo a menor central petroquímica, tem vantagem de logística, pois se situa na região mais consumidora do país.
Bahia	Camaçari Década de 1970	COPENE (1978)	1,2 milhões ton./ano de eteno na base nafta	42 empresas	Diversificação de produtos	Produce amplo espectro de produtos químicos (desde petroquímicos básicos até produtos especiais)
Rio Grande do Sul	Triunfo 1975	COPESUL (1982)	1,135 milhões ton./ano de eteno. Principal base é a nafta, mas pode operar com 45% da sua capacidade com outras bases.	08 empresas	Atualização tecnológica e busca de inovação	Não depende só da nafta e opera em escala de produção

Fonte: Adaptado de Freire e Jardim (2002).

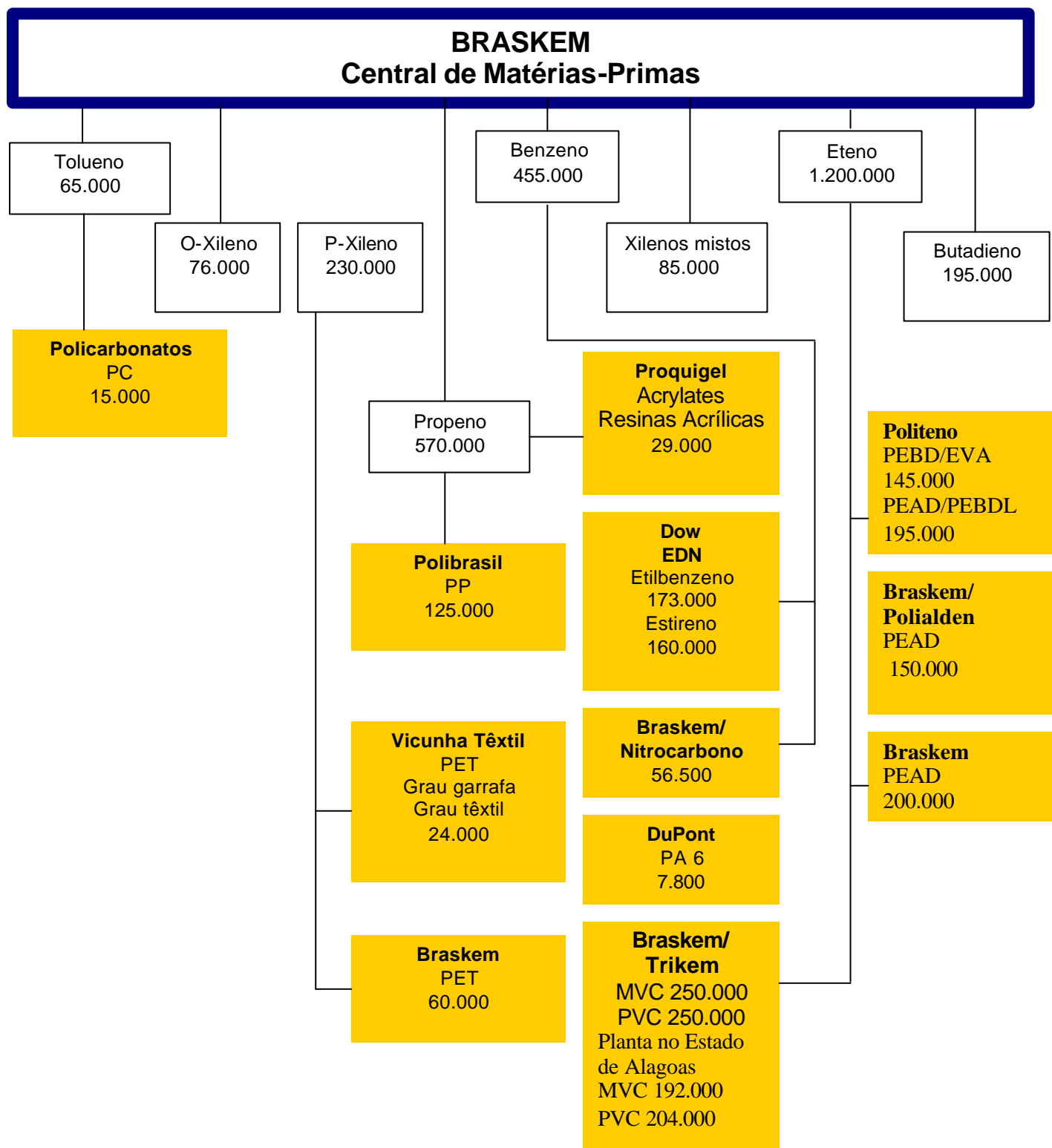
ANEXO B - Pólos petroquímicos brasileiros e seus produtos

Pólo Petroquímico de São Paulo
PETROBRÁS
Extração e refino do petróleo/Produção de Nafta



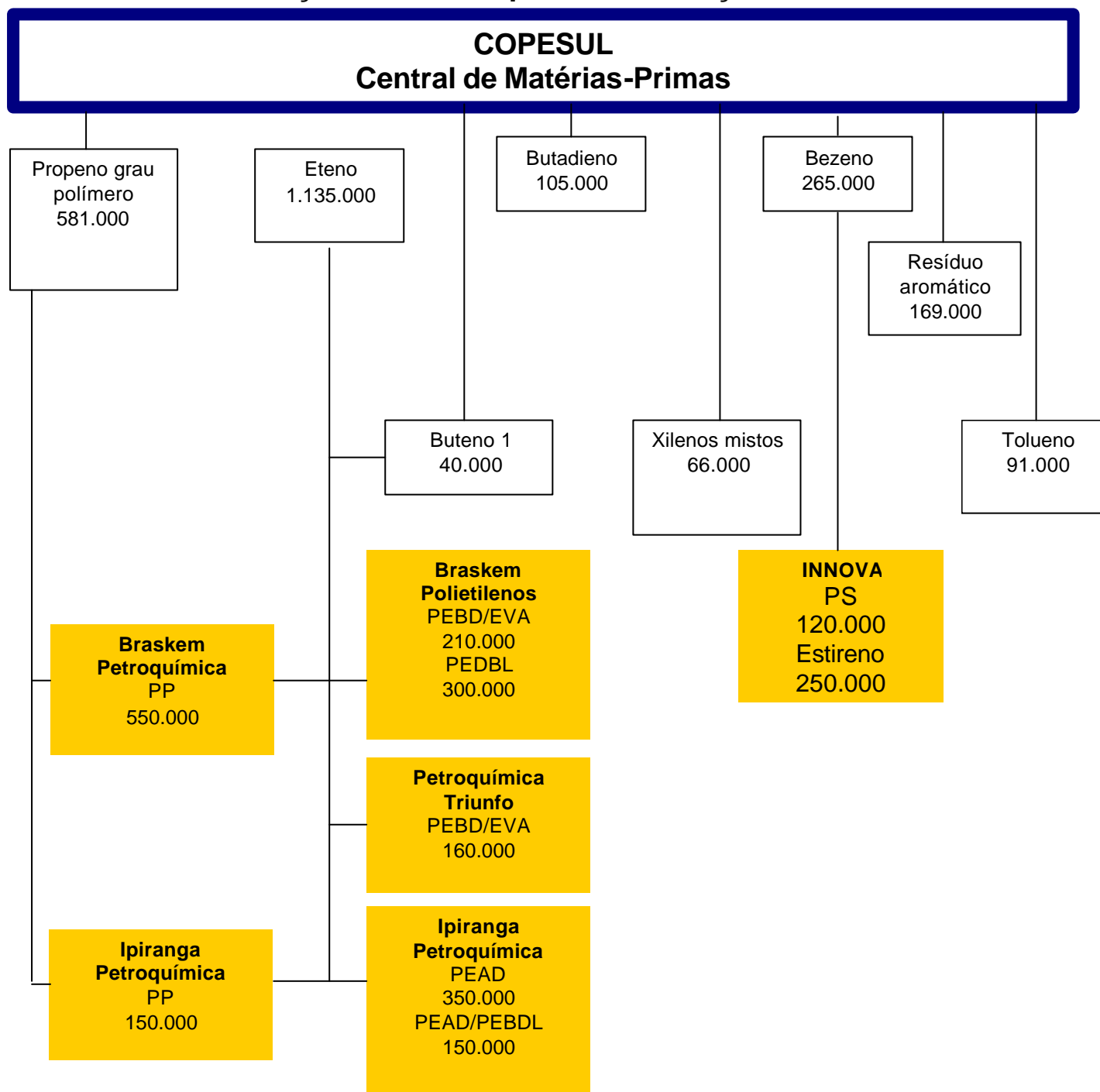
Fonte: Adaptado de BRASILPLAST(2003) - ano base 2002; dados em ton/ano.

Pólo Petroquímico de Camaçari
PETROBRÁS
Extração e refino do petróleo/Produção de Nafta



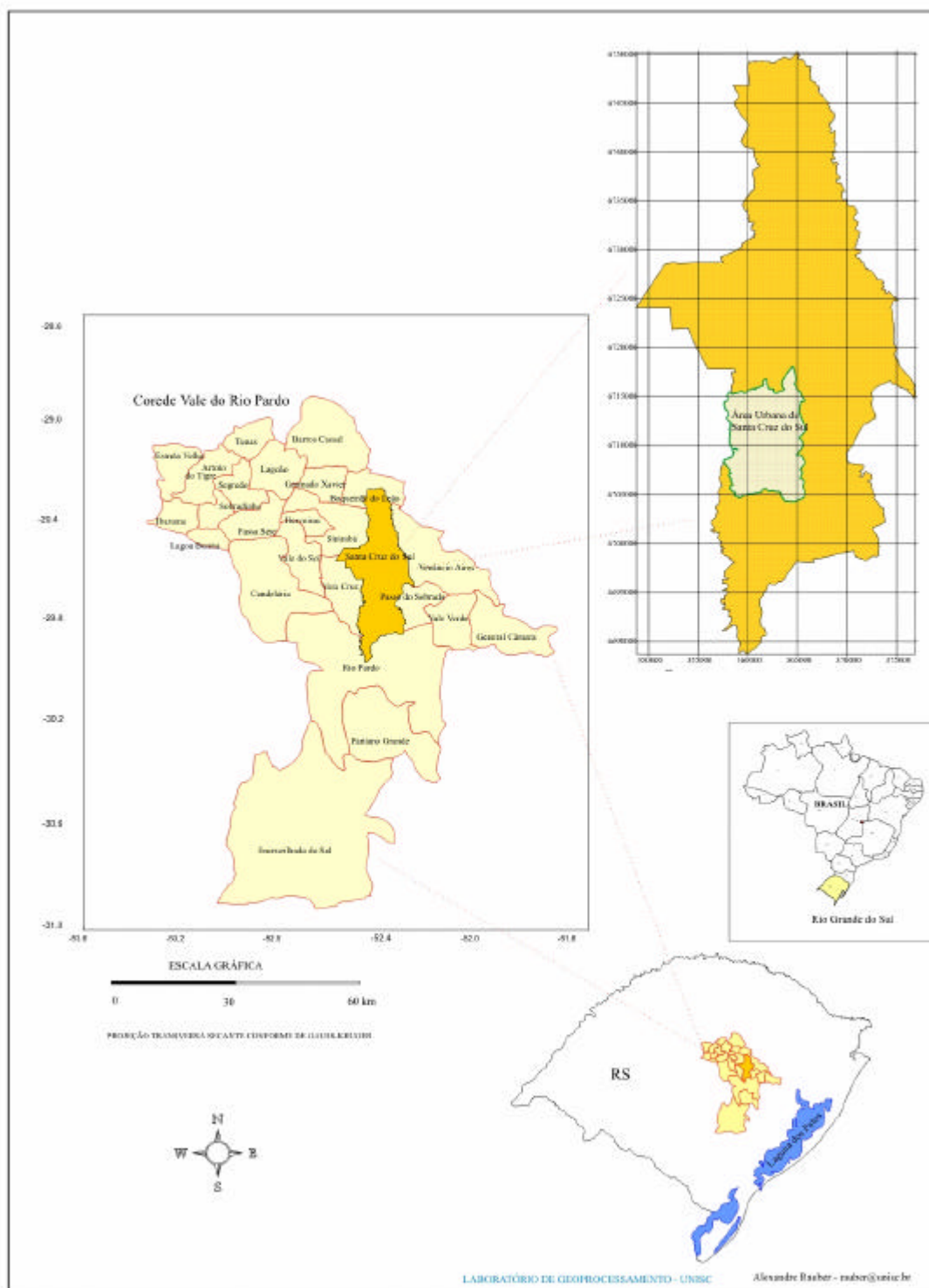
Fonte: Adaptado de BRASILPLAST(2003) - ano base 2002; dados em ton/ano.

Pólo Petroquímico de Triunfo
PETROBRÁS
Extração e refino do petróleo/Produção de Nafta



Fonte: Adaptado de BRASILPLAST(2003) - ano base 2002; dados em ton/ano.

ANEXO C - Mapa da região do Vale do Rio Pardo.



ANEXO D - Folheto utilizado na campanha "eu Separo"

" EU SEPARO "

NOVO PROCEDIMENTO DE COLETA

Participe da Campanha de Separação Domiciliar de Lixo que está em vigor desde o dia 15 de Dezembro de 1997, numa iniciativa da Secretaria Municipal de Serviços Essenciais de Santa Cruz do Sul.

- * Coloque o lixo em frente ao seu estabelecimento ou residência somente nos dias de coleta;
- * Observe o cronograma das coletas de lixo inorgânico (seco) e orgânico.

BAIRROS	LIXO SECO	LIXO ORGÂNICO
Aliança	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Arroio Grande	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Avenida	5ª feira	3ª e sábado
Belvedere	5ª feira	3ª e sábado
Boa Esperança	5ª feira	3ª e sábado
Bom Jesus	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Bonfim	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Capão da Cruz	5ª feira	3ª e sábado
Carlota	5ª feira	3ª e sábado
Corredor Rauber	5ª feira	3ª e sábado
Corredor Schuster	5ª feira	3ª e sábado
Centro	3ª e 5ª feiras	Dom., 2ª, 4ª e 6ª feiras
Cintea	4ª feira	2ª e 6ª feiras
COHAB	5ª feira	3ª e sábado
Faxinal Velho	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Figueira	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Harmonia	5ª feira	3ª e sábado
Higienópolis	5ª feira	3ª e sábado
Jardim Esmeralda	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Jardim Europa	5ª feira	3ª e sábado
Margarida/Aurora	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Monte Verde	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Navegantes	5ª feira	3ª e sábado
Nova Esperança	5ª feira	3ª e sábado
Piratini	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Renascença	5ª feira	3ª e sábado
Santo Antônio	4ª feira	2ª e 6ª feiras
São Cristóvão	4ª feira	2ª e 6ª feiras
São João I e II	5ª feira	3ª e sábado
Senai	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Torrano	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Universitário	5ª feira	3ª e sábado
Várzea	5ª feira	3ª e sábado
Verena	5ª feira	3ª e sábado
Vila Nova	4ª feira	2ª e 6ª feiras
Vila Schultz	5ª feira	3ª e sábado
Vila União	5ª feira	3ª e sábado

FAÇA SUA PARTE: A SEPARAÇÃO DOMICILIAR DE LIXO DEPENDE EXCLUSIVAMENTE DE VOCÊ

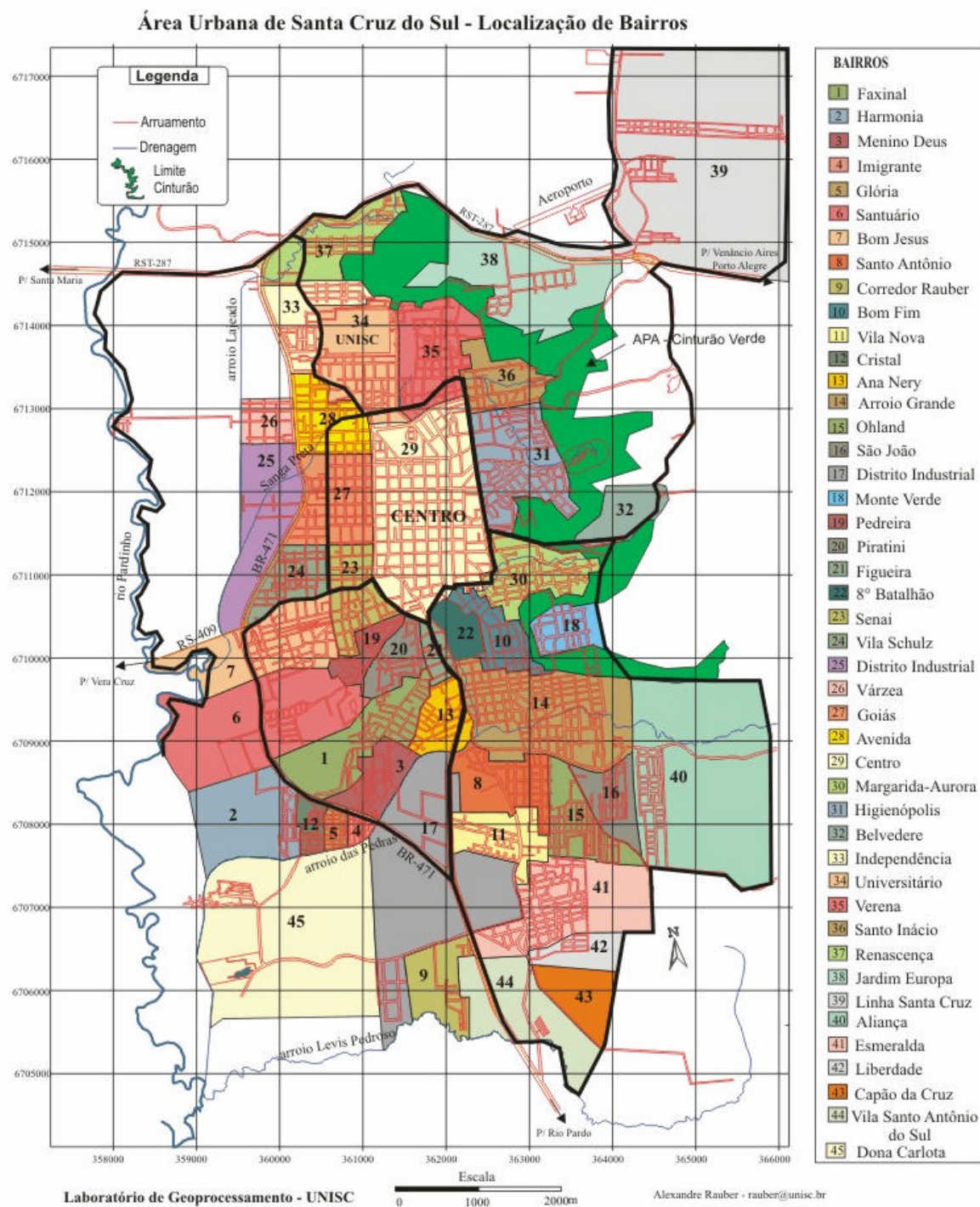
Realização:



Apoio:



ANEXO E - Mapa das regiões de coleta de resíduos na zona urbana de Santa Cruz do Sul e localização de bairros.



APÊNDICES

APÊNDICE A - Formulário utilizado como instrumento de percepção junto á sociedade

Prezado cidadão:

O grupo de pesquisa em reciclagem de plásticos da UNISC, considerando o seu papel de agente formador e transformador de pessoas responsáveis pelo ambiente onde estão inseridas solicita sua participação, respondendo a esse questionário. Suas respostas contribuirão com que ações do grupo de pesquisa tragam resultados importantes à nossa realidade. Desde já agradecemos a participação.

Dados Gerais:

Idade:

Escolaridade:

Município onde reside:

1. O que é lixo?

() o que se varre da casa, da rua e se joga fora; entulho.

() coisa imprestável.

() outra. Qual? _____

2. Onde você separa seu lixo?

() em casa () no local de trabalho/ estudo () não separa

3. Se não separa identifique o porquê.

4. Se separar, como você separa?

() lixo seco e orgânico () plástico, metal, vidro, papel e orgânico

() outro. Qual? _____

5. Existe coleta seletiva em seu município?

() Sim () Não

6. Na sua opinião quem é o responsável pelo destino do lixo domiciliar? (pode ser assinala mais de uma opção)

() Prefeitura () Cidadão () Empresas recicladoras

() Outro. Quem? _____

7. Como você dispõe seu lixo?

() Na frente de sua residência para coleta.

() Levo aos pontos de Entrega Voluntária? Qual? _____

() Levo para Associação de Catadores.

() Outra forma. Qual? _____

8. Qual o resíduo reciclável que vem apresentando maior volume no seu lixo?

() papel

() vidro

() plástico

() metal

() outro. Qual? _____

APÊNDICE B - Instrumento de coleta de dados 01- Entrevista Semi-estrutura que tem com objetivo verificar a percepção dos principais agentes em relação ao destino do lixo (e dados sobre ele), em especial ao plástico.

Foco PMSCS (Prefeitura Municipal de Santa Cruz do Sul):
Dados do Município

1. Secretaria/departamento:
2. Data:
3. Responsável pelas respostas(nome/cargo/função):
4. Escolaridade:
5. Tempo de serviço na instituição:
6. Tel.(fax): E-mail:

Primeira parte:

7. Existe um controle do que e quanto é gerado de lixo em nosso município?

Sim() Não()

Se sim, há quanto tempo há este controle e quem realiza?

8. Dos resíduos recicláveis existentes na massa de resíduos coletados, qual deles vem crescendo em volume nos últimos anos?

()metal

() papel

() plásticos

() vidro

()outro. Especificar: _____

9. Os resíduos plásticos interferem no processo de gerenciamento dos resíduos sólidos municipais?

()Sim ()Não

9.1 Se sim em que sentido ocorre esta interferência?

9.2 Em que parte do processo existe maior interferência?(coleta, transporte, destinação, triagem, venda, etc.).

9.3 Na sua opinião qual o papel da PMSCS em relação à destinação dos resíduos sólidos urbano recicláveis do nosso município? Em especial ao plástico.

10. Qual a relação do resíduo plástico com o meio ambiente?

11. Quais os pontos fracos para o desempenho de sua tarefa?

12. Participou direta ou indiretamente de alguma política referente ao lixo?

Segunda Parte

13.Como é o processo de decisão atualmente referente ao lixo no município?

14.E em relação ao resíduo plástico?

15.Quais os critérios mais comumente utilizados neste processo?

16.Quais os atores principais que participam das decisões no e sobre o seu setor?

17.Quais as formas de decisão com o lixo que tem conhecimento?

18.E com o resíduo plástico?

19.Participa direta ou indiretamente e decisões sobre o lixo? Explique.

20.Que outros atores participam direta ou indiretamente das decisões sobre o lixo?

21.Que tipo de decisão tem maior autonomia?

22.Pensa que as informações necessárias a uma decisão da qual participa, chegam de forma simples e fácil?

23.Como participa de decisões inovadoras referente ao lixo? Em especial ao resíduo plástico?

Terceira parte

24.Na sua opinião quais as grandes questões do lixo a serem resolvidas na municipalidade? Priorize as questões.

25.Que agentes/ entidades poderiam se envolver na busca de uma solução a estas questões?

26.Qual o destino dado ao resíduo plástico em nosso município?

27.Na sua opinião este destino é o mais correto?

28.Que outras alternativas poderíamos ter?

29.Como você vê a reciclagem de plástico pós-consumo nos próximos anos?

30.Como você acredita que a população vê a atividade de reciclagem e os produtos originados dela?

31.Tem conhecimento de associações/cooperativas que triam o resíduo reciclável existentes em nossa região?(solicitar endereços e contatos)

32.Tem conhecimento de empresas recicladoras/transformadoras existentes em nossa região?(solicitar endereços e contatos)

34.Outras observações que julgares necessário.

APÊNDICE C - Instrumento de coleta de dados 02- Entrevista Semi-estrutura que tem com objetivo verificar a percepção dos principais agentes de uma rede de reciclagem de plástico.

Foco: Empresas recicladoras

Dados da Empresa

1. Razão social:
2. Endereço:
3. Tel/fax:
4. Entrevistado:
5. Cargo/Função:
6. Número de Funcionários:
7. Ano de início da atividade:

Aspectos Gerais

8. Tipo(s) de plásticos reciclados:
9. De onde vem o resíduo (Origem/município)
10. Quantidade de resíduo pós-consumo/mês reciclado/origem?
11. Quantidade de resíduo industrial/mês reciclado/origem?
12. Quais os resíduos (produtos descartados pelos consumidores) que são possíveis de serem reciclados? Por que?
13. Quais foram as motivações para a reciclagem?
14. Quais foram as produções nos últimos 3 anos? (1999, 2000, 2001)

Fornecedores

15. Quais são os principais fornecedores de resíduos plásticos pós-consumo, onde se localizam e qual a quantidade comprada de cada um deles por mês?
16. Qual o critério para a escolha dos fornecedores?

17. Como é a oferta de resíduos pós-consumo no RS?

regularidade de fornecimento:

Qualidade:

Grau de contaminação:

Influência da Sazonalidade de matéria-prima:

Influência da Sazonalidade de mercado:

18. Qual o preço médio pago no último mês pelo resíduo plástico pós-consumo?

E pelo resíduo plástico industrial?

Aspectos tecnológicos

19. Como é o processo de reciclagem utilizado pela empresa? (Etapas realizadas e equipamentos utilizados)

20. A empresa introduziu alguma inovação?

() sim () não

Se sim, como ela foi desenvolvida pela empresa?

21. Quais são os resíduos gerados pela empresa e qual o seu destino?

Oportunidades e Barreiras

22. Qual a forma de venda do(s) produto(s) reciclado(s)? (pellets, flakes, ou outra – especificar).

23. Quanto foi comercializado nos últimos 3 anos?

24. Quem são os principais clientes? Onde se localizam?

25. A que segmentos de empresas transformadoras se destina o plástico reciclado?

26. Quais as dificuldades encontradas para a reciclagem dos resíduos plásticos e para a sua comercialização?

27. Quais produtos descartados pelos consumidores não são atualmente reciclados no RS? Por que? Em que condições seriam reciclados? Atualmente, onde estão sendo reciclados?

28. Como que a empresa acredita que a população vê a atividade da reciclagem e os produtos originados dela?

29. Sugestões de melhorias na etapas da reciclagem de plásticos na região/ Estado. (considerar as seguintes etapas: coleta, separação, transformação, outra)
30. Sugestões para o aumento das atividades de reciclagem de plásticos (para as prefeituras, comunidade, universidade, etc.)
31. Quais os planos futuros da empresa?
32. Com a empresa vê a atividade de reciclagem nos próximos anos (oportunidades e barreiras)?

APÊNDICE D - Instrumento de coleta de dados 03- Entrevista Semi-estrutura que tem com objetivo verificar a percepção dos principais agentes de uma rede de reciclagem de plástico.

Foco: Empresas transformadora
Dados da Empresa

1. Razão social:
2. Endereço:
3. Tel/fax:
4. Entrevistado:
5. Cargo/Função:
6. Número de Funcionários:
7. Ano de início da atividade:

Aspectos Gerais

8. Tipos de plásticos transformados e quais utilizam resíduos plásticos na constituição.
9. Quais produtos fabricados com plástico reciclado e em qual proporção?
10. A empresa utiliza plástico reciclado como MP a quanto tempo? Por que?
11. Qual a quantidade mensal de plástico reciclado pós-consumo e industrial utilizado como MP? Qual a quantidade de plástico virgem utilizada?
12. Qual foi a produção de produtos que utilizam plástico reciclado nos últimos 3 anos?

Fornecedores

13. De que forma o plástico reciclado chega até a empresa?
14. Quem são os principais fornecedores, onde se localizam e qual a quantidade comprada de cada um por mês?

15. Qual o preço médio pago no último mês pelo resíduo plástico pós-consumo reciclado? E pelo industrial reciclado? Qual o preço do plástico virgem?

Aspectos tecnológicos

16. Como é o processo utilizado pela empresa? (Etapas realizadas e equipamentos utilizados)

17. A empresa introduziu alguma inovação?

() sim () não

Se sim, como ela foi desenvolvida pela empresa?

18. Quais são os resíduos gerados pela empresa e qual o seu destino?

Oportunidades e Barreiras

19. A quantidade de plástico reciclado no RS é adequado para a empresa?

() Sim () Não

Caso não por quê? Como poderia melhorar?

20. Quais as dificuldades encontradas na fabricação de produtos a partir dos resíduos plásticos reciclados e na sua comercialização?

21. Quais os benefícios proporcionados pela fabricação de produtos a partir dos resíduos plásticos reciclados e pela sua comercialização?

22. Como é a oferta do plástico reciclado no RS? E quais são os principais clientes e onde se localizam?

23. A empresa fez alguma pesquisa sobre a aceitação de produtos que utilizam plástico reciclado pelos consumidores?

() Sim () Não

Se sim, quais foram os resultados?

24. O produto final contém alguma indicação de que é feito de plástico reciclado?

() sim () não

Se sim qual?

Se não, como a empresa imagina que os consumidores reagiriam se soubessem que é feito de plástico reciclado?

() depreciariam o produtos (iriam querer pagar menos)

() valorizariam o produto sem pagar mais caso

() estariam dispostos a pagar mais caro. Quanto?

25. A empresa acredita que a curto/médio prazo os produtos que utilizam plástico reciclado serão mais valorizados pelos consumidores?

() sim () não

Se sim, que ações estão previstas para atender esta nova demanda?

26. Sugestões de melhorias na etapas da reciclagem de plásticos na região/ Estado. (considerar as seguintes etapas: coleta, separação, transformação, outra).

27. Sugestões para o aumento das atividades de reciclagem de plásticos (para as prefeituras, comunidade, universidade, etc.)

28. Quais os planos futuros da empresa?

29. Com a empresa vê a atividade de reciclagem nos próximos anos (oportunidades e barreiras)?

APÊNDICE E - Instrumento de coleta de dados 04- Entrevista Semi-estrutura que tem com objetivo verificar a percepção dos principais agentes em relação ao destino do lixo (e dados sobre ele), em especial ao plástico.

**Foco Sucareitos/ Catador ou Triadores:
Dados da Organização:**

1. Nome (Razão Social):
2. Endereço:
3. Tel/Fax:
4. Entrevistado (responsável pelas respostas):
5. Cargo/Função:
6. Natural de que município:
7. Idade:
8. Escolaridade:
9. Ano de início da atividade:
10. Como iniciou no ramo?
11. Número de Funcionários/Associados:

Aspectos Gerais

12. Você trabalha exclusivamente com resíduos plásticos?

() Sim () Não

13. Caso trabalhe exclusivamente com outro(s) resíduos (ou sucatas), quais são eles? Marque em ordem de quantidade trabalhada(o que você mais trabalha é 1, o segundo é 2, e assim por diante)

() Plástico

() Papel

() Papelão

() Vidro

() Metal

() Alumínio

() Outros. Quais?

14. Que tipo de plásticos são catados/triados/vendidos?

(PEAD,PEBD,PP,PS,PET, PVC, outros(passar este plásticos para a linguagem destes agentes ou verificar a partir da entrevista qual a linguagem utilizada para eles).

15. Existem outros plásticos que não são trabalhados por vocês?

() Sim () Não

Se sim, quais e porque?

16. Como é realizada a separação ou preparação do plástico para comercialização?

(Plástico duro, plástico mole, PET,...)

17. Como é feito o treinamento/capacitação das pessoas que trabalham nesta atividade?

18. Como obtém sua matéria-prima (resíduo/lixo)?(Se existe mais de uma forma indique em ordem de prioridade: 1 maior fornecedor, 2...)

() catando na rua

() na usina

() comprando do catador

() adquirindo em empresas, no comércio

() catando no lixo

() comprando do sucateiro

() comprando da prefeitura

() outra forma. Qual?

19. Qual é a quantidade de sucata recolhida e/ou recebida diariamente?(indique se é em toneladas ou em quilos)

Resíduo que vira recurso	Quantidade (em Kg)	ou Quantidade (em Toneladas)
Plástico		
Papel		
Papelão		
Vidro		
Metal		
Alumínio		
Outros		

20. Que tipo de classificação é utilizado para cada resíduo?

Plástico

Plástico Duro

Plástico Mole

PET verde

PET branco

Outras...

Papel

Papelão

Vidro

Metal

Alumínio

21. Após a classificação existem resíduos que não tem valor de venda? Quais e porque?

Fornecedores

22. Para cada material com que trabalha quais são os principais fornecedores de resíduos/sucatas?

Como ele é fornecido? E por qual preço?

Fornecedor A	
Razão Social:	
Endereço:	
Tel/Contatos:	
Como é transportado	
Qual a periodicidade	
De que forma é feita a coleta?	

Material	Plástico				Papel	Papelão	Vidro	Metal	Alumínio	Total
	T1	T2	T3	T4						
Quanto se compra por mês? (média)										
Preço										
Qualidade do Resíduo										

Indicar qual plástico:

T1:

T2:

T3:

T4:

Fornecedor B	
Razão Social:	
Endereço:	
Tel/Contatos:	
Como é transportado	
Qual a periodicidade	
De que forma é feita a coleta?	

Material	Plástico				Papel	Papelão	Vidro	Metal	Alumínio	Total
	T1	T2	T3	T4						
Quanto se compra por mês? (média)										
Preço										
Qualidade do Resíduo										

Indicar qual plástico:

T1:

T2:

T3:

T4:

Fornecedor c	
Razão Social:	
Endereço:	
Tel/Contatos:	
Como é transportado	
Qual a periodicidade	
De que forma é feita a coleta?	

Material	Plástico				Papel	Papelão	Vidro	Metal	Alumínio	Total
	T1	T2	T3	T4						
Quanto se compra por mês? (média)										
Preço										
Qualidade do Resíduo										

Indicar qual plástico:

T1:

T2:

T3:

T4:

Clientes

23. Quais são os principais clientes de cada resíduo?(em especial o plástico)

Cliente A	
Razão Social:	
Endereço:	
Tel/Contatos:	
Observações	

Material (segundo classificação definida na questão 16)	Unidade	Preço	Qualidade da sucata/resíduo	Como transporta a sucata/resíduo

Cliente A	
Razão Social:	
Endereço:	
Tel/Contatos:	
Observações	

Material (segundo classificação definida na questão 16)	Unidade	Preço	Qualidade da sucata/resíduo	Como transporta a sucata/resíduo

Cliente A	
Razão Social:	
Endereço:	
Tel/Contatos:	
Observações	

Material (segundo classificação definida na questão 16)	Unidade	Preço	Qualidade da sucata/resíduo	Como transporta a sucata/resíduo

Relações entre agentes envolvidos

24. Como é a relação com o poder público municipal? Por quê?

() Ruim () Regular () Boa () Excelente () Não há relação

25. Com é a relação com outros sucateiro /aparistas/ triadores? Por quê?

() Ruim () Regular () Boa () Excelente () Não há relação

26. Como é a relação com a Universidade? Por quê?

() Ruim () Regular () Boa () Excelente () Não há relação

27. Você faz parte de alguma Associação, Cooperativa ou Sociedade?

() Associação () Cooperativa () Sociedade () Nenhuma

28. Tem alguma forma de assessoria?

() Sim () Não

Se sim, quem?

() Prefeitura () Igreja () Universidade () outro tipo de instituição. Qual?

() Nenhuma

Se não, tem interesse em possuir alguma forma de assessoria? Qual?

29. Tem conhecimento de outras pessoas que também trabalham neste ramo?

1.	
Endereço:	
Tel/Contatos:	
Observações	

2.	
Endereço:	
Tel/Contatos:	
Observações	

3.	
Endereço:	
Tel/Contatos:	
Observações	

4.	
Endereço:	
Tel/Contatos:	
Observações	

Barreiras e oportunidades

30. Tem onde estocar os resíduos(matéria-prima) e ou fardos?(foco no plástico)

() Sim () Não

Se sim, indique onde:

Qual é a área?

É coberta?

Quanto gasta para armazenar as matéria-prima? R\$

Quanto gasta para armazenar os fardos? R\$

E com o transporte?(em Km e em reais)

31. Qual a sua visão sobre o mercado de resíduos plásticos? (dados anotações...)
ou o que você espera para o futuro?

32. Se catador:

Quanto percorre?

Qual seu percurso?

Qual seu horário?

33. Que tipo de equipamentos você utiliza? Quantos?

30. Quantas pessoas trabalham com você?

Quantas são da sua família?

Quantos empregados?

Quantos colegas para o mesmo comprador?

34. O que recolhe mensalmente reverte numa renda familiar na faixa de:

35. Em relação ao plástico sua venda contribui em.....do retorno mensal?

36. Qual a faixa salarial de seus funcionários?

37. Quanto você acha que deveria ganhar pelo trabalho que desempenha?
(aspectos financeiros e de reconhecimento)

38. O que você acha que poderia ser feito para melhorar o seu trabalho?

APÊNDICE F - Relação dos agentes envolvidos na reciclagem de plásticos.

Agentes envolvidos na reciclagem de plásticos

Poder Público

Universidade

Sociedade

Recicladores de Plásticos (06 agentes cadastrados na região)

Associações de catadores/triadores (02 agentes cadastrados na região)

Intermediários (07 agentes cadastrados na região)

Empresas contratadas pelo poder público (02 agentes cadastrados na região)

Dados referentes ao ano de 2002.