

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

**A RECICLAGEM DE RESÍDUOS PLÁSTICOS  
PÓS-CONSUMO EM OITO EMPRESAS  
DO RIO GRANDE DO SUL**

**ALINE MARQUES ROLIM**

**Orientador: Prof. Dr. Luís Felipe Nascimento**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Escola de Administração, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração

Porto Alegre, RS  
2000

## **AGRADECIMENTOS**

- À minha família, pelo incentivo e apoio;
- aos professores e funcionários do PPGA (Programa de Pós-Graduação em Administração) e funcionários da Biblioteca da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS;
- ao Prof. Dr. Luis Felipe Nascimento, meu orientador, pelo aprendizado e apoio para o desenvolvimento deste trabalho;
- aos professores Edi Madalena Fracasso, Miguel Sattler e Eugênio Pedrozo, membros da Banca Examinadora, em especial à Profa. Edi, pelo estímulo dado para minha entrada no mestrado e apoio no decorrer deste curso;
- ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo suporte financeiro;
- a todos os integrantes do NITEC (Núcleo da Gestão da Inovação Tecnológica) e aos membros do “Grupo Verde” do PPGA , em especial à Márcia Silva, Joseane Machado de Oliveira e aos colegas José Carlos Lázaro da Silva Filho e Doriana Daroit, pelo apoio, comentários e sugestões;
- aos professores, à Monique Revillion Dinato e ao Eng. João Ruy Dornelles Freire (Copesul), membros do Grupo GIGA (Grupo Interdisciplinar de Gestão Ambiental) da UFRGS;
- aos colegas da turma de 1998 do PPGA, em especial aos da área de C & T;
- ao Sr. Vasco Antonio Bassoto, diretor da Petropar, por todo o incentivo e material de consulta emprestado;

- à ABEPET, ao Instituto do PVC, ao CEMPRE e à PLASTIVIDA, por todas as informações fornecidas e materiais de consulta enviados;
- a todas as empresas estudadas neste trabalho e aos proprietários e gerentes entrevistados, pela disponibilidade e atenção dispensada;
- a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, agradeço pelo apoio, estímulo e atenção.

*“A sabedoria não nos é dada; é preciso descobri-la  
por nós mesmos, depois de uma viagem que ninguém nos  
pode poupar ou fazer por nós.”*

*Marcel Proust*

*1871-1922*

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>X</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XI</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>6</b>
<b>3 DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2 DISPOSIÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>3.3 INCINERAÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>3.4 RECICLAGEM</b> .....	<b>10</b>
3.4.1 <i>Aspectos econômicos</i> .....	<i>12</i>
3.4.2 <i>Importância da reciclagem</i> .....	<i>13</i>
<b>4 A RECICLAGEM DE PLÁSTICOS</b> .....	<b>15</b>
<b>4.1 O PLÁSTICO E A CADEIA PETROQUÍMICA</b> .....	<b>15</b>
<b>4.2 OS RESÍDUOS PLÁSTICOS</b> .....	<b>21</b>
<b>4.3 TECNOLOGIA E PROCESSOS UTILIZADOS NA RECICLAGEM DE RESÍDUOS PLÁSTICOS</b> .....	<b>23</b>
4.3.1 <i>Tecnologia</i> .....	<i>23</i>
4.3.2 <i>Os processos de reciclagem de resíduos plásticos</i> .....	<i>24</i>
4.3.2.1 <i>Reciclagem primária</i> .....	<i>25</i>
4.3.2.2 <i>Reciclagem secundária</i> .....	<i>25</i>
4.3.2.3 <i>Reciclagem terciária</i> .....	<i>26</i>
4.3.2.4 <i>Reciclagem quaternária</i> .....	<i>27</i>
4.3.3 <i>A reciclagem mecânica do resíduo plástico</i> .....	<i>27</i>
<b>4.4 APLICAÇÕES DO PLÁSTICO PÓS-CONSUMO RECICLADO</b> .....	<b>30</b>
<b>4.5 BARREIRAS À RECICLAGEM DE RESÍDUOS PLÁSTICOS PÓS-CONSUMO</b> .....	<b>31</b>
<b>4.6 OPORTUNIDADES PARA A RECICLAGEM DE RESÍDUOS PLÁSTICOS PÓS-CONSUMO</b> .....	<b>33</b>
<b>4.7 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS NA RECICLAGEM DE RESÍDUOS PLÁSTICOS PÓS-CONSUMO</b> .....	<b>38</b>

4.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	43
5	MÉTODO DE PESQUISA.....	44
5.1	SELEÇÃO DOS CASOS.....	46
5.2	COLETA DE DADOS.....	48
6	RESULTADOS .....	50
6.1	AS PERCEPÇÕES DE ENTIDADES EMPRESARIAIS .....	50
6.1.1	<i>As percepções do Instituto do PVC.....</i>	50
6.1.2	<i>As percepções da Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens de PET (ABEPET).....</i>	52
6.2	ESTUDO DE CASOS.....	53
6.2.1	<i>Recicladora Dois Irmãos (RDI).....</i>	53
6.2.2	<i>Plastisul.....</i>	59
6.2.3	<i>Plásticos Scórpio.....</i>	62
6.2.4	<i>Odím.....</i>	66
6.2.5	<i>Alplast.....</i>	71
6.2.6	<i>Empresa X.....</i>	77
6.2.7	<i>Sequal.....</i>	81
6.2.8	<i>Bettanin.....</i>	87
7	ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO.....	92
7.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	92
7.1.1	<i>Caracterizar o elo reciclagem/ transformação de resíduos plásticos pós-consumo da cadeia petroquímica no RS, procurando identificar diferenças existentes entre a reciclagem de PP, PEAD, PEBD, PET, PVC e PS.....</i>	92
7.1.2	<i>Descrever a tecnologia empregada pelas empresas recicladoras de resíduos plásticos pós-consumo no RS.....</i>	96
7.1.3	<i>Analisar as barreiras e as oportunidades existentes para a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo e a transformação deste material reciclado em empresas do RS.....</i>	100
7.2	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	106
7.3	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....	107
7.4	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	112
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	115
	ANEXO I.....	122
	ANEXO II.....	124
	ANEXO III.....	127
	ANEXO IV .....	130
	ANEXO V.....	131

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ABEPET</b>	Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens de PET
<b>ABIQUIM</b>	Associação Brasileira da Indústria Química
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ABREMPLAST</b>	Associação Brasileira de Recicladores de Plástico
<b>ABS</b>	Acrilonitrila butadieno estireno
<b>ADEME</b>	Agência para o Meio Ambiente e Controle de Energia
<b>BCML</b>	Borracha, Couro, Madeira e Louça
<b>CEMPRE</b>	Compromisso Empresarial para a Reciclagem
<b>CETEA</b>	Centro de Tecnologia em Embalagem
<b>CNI</b>	Confederação Nacional das Indústrias
<b>DMLU</b>	Departamento Municipal de Limpeza Urbana
<b>DSD</b>	<i>Duales System Deutschland</i>
<b>EPA</b>	<i>Environmental Protection Agency</i>
<b>EVA</b>	Poliacetato de Etileno Vinil
<b>FDA</b>	<i>Food and Drug Administration</i>
<b>FEPAM</b>	Fundação de Proteção Ambiental
<b>GIGA</b>	Grupo Interdisciplinar de Gestão Ambiental
<b>ICMS</b>	Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços
<b>IPI</b>	Imposto sobre Produtos Industrializados
<b>ITAL</b>	Instituto de Tecnologia de Alimentos
<b>METROPLAN</b>	Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional
<b>ONG</b>	Organização Não Governamental
<b>PA</b>	Poliamida
<b>PBR</b>	Programa Brasileiro de Reciclagem
<b>PE</b>	Polietileno
<b>PEAD</b>	Polietileno de Alta Densidade
<b>PEBD</b>	Polietileno de Baixa Densidade
<b>PET</b>	Polietileno Tereftalato
<b>PP</b>	Polipropileno
<b>PS</b>	Poliestireno
<b>PSAI</b>	Poliestireno de Alto Impacto
<b>PU</b>	Poliuretano
<b>PVC</b>	Policloreto de Vinila
<b>RMPA</b>	Região Metropolitana de Porto Alegre
<b>RS</b>	Rio Grande do Sul
<b>SC</b>	Santa Catarina
<b>SEDAI</b>	Secretaria de Desenvolvimento e Assuntos Internacionais
<b>UFRGS</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
<b>WCED</b>	<i>World Comission on Environment and Development</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: As atividades relacionadas à reciclagem.....	11
Figura 2: Composição do lixo proveniente da coleta seletiva no Brasil (em peso).....	22
Figura 3: Composição do lixo domiciliar coletado em Porto Alegre (em peso de base seca).....	23
Figura 4: Sistema de codificação dos diferentes tipos de plásticos estabelecido pela norma NBR 13.230 da ABNT .....	26
Figura 5: Elos da cadeia petroquímica estudados .....	44
Figura 6: Operações desempenhadas pelas recicladoras estudadas .....	96

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação dos resíduos.....	8
Quadro 2: Cadeia produtiva da indústria petroquímica.....	20
Quadro 3:Empresas selecionadas para a pesquisa.....	47
Quadro 4: As empresas selecionadas para a pesquisa e o elo da cadeia petroquímica a qual pertencem.....	47
Quadro 5: Cargo dos entrevistados nas empresas selecionadas para o estudo de casos e a data das entrevistas ....	48
Quadro 6: Cargo dos respondentes dos questionários enviados às entidades empresariais .....	49
Quadro 7: A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo na RDI.....	54
Quadro 8: A reciclagem e a transformação de resíduo plástico pós-consumo na Plastisul.....	60
Quadro 9: Composição dos produtos feitos a partir de matéria-prima reciclada na Scórpio .....	62
Quadro 10: A transformação de resíduos plásticos reciclados na Scórpio .....	63



Quadro 11: A reciclagem e transformação de resíduos plásticos pós-consumo na Odim.....	68
Quadro 12: A composição dos produtos feitos a partir de matéria-prima reciclada na Alplast.....	72
Quadro 13: A reciclagem e transformação de resíduos plásticos pós-consumo na Alplast.....	72
Quadro 14: A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo na Empresa X .....	78
Quadro 15: A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo na Sequal.....	83
Quadro 16: A reciclagem e transformação de resíduos plásticos pós-consumo na Bettanin .....	88
Quadro 17: Principais características das empresas estudadas .....	93
Quadro 18: Oportunidades identificadas através das entrevistas realizadas com as recicladoras .....	100
Quadro 19: Oportunidades identificadas através das entrevistas realizadas com as recicladoras/ transformadoras e transformadora .....	102
Quadro 20: Oportunidades identificadas através dos questionários enviados a entidades empresariais .....	103
Quadro 21: Comparativo entre o valor do resíduo pós-consumo e da matéria-prima virgem. ....	103
Quadro 22: Barreiras identificadas através das entrevistas realizadas com as recicladoras .....	104
Quadro 23: Barreiras identificadas através das entrevistas realizadas com as recicladoras/transformadoras e transformadora .....	105
Quadro 24: Barreiras identificadas através dos questionários enviados a entidades empresariais .....	106

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: A produção de plásticos no Brasil .....	18
Tabela 2: O consumo aparente de plásticos no Brasil.....	19
Tabela 3: Evolução do consumo de matérias-primas por resina.....	19
Tabela 4: Evolução da reciclagem mecânica no Brasil (em 1000 t).....	35
Tabela 5: Evolução de consumo de matéria-prima reciclada no Rio Grande do Sul.....	35

## RESUMO

O **tema** do presente estudo é a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo. Resíduos pós-consumo são resíduos provenientes do descarte de produtos pelos consumidores. A sua reciclagem permite a recuperação do seu valor econômico, através do seu reaproveitamento como matéria-prima, e a redução do volume de resíduos a serem dispostos em aterros, contribuindo para o desenvolvimento sustentável. Além disso, esta atividade tende a crescer, uma vez que o consumo do plástico vem aumentando no Brasil, assim como a geração dos resíduos deste tipo de material. O **objetivo geral** da pesquisa é analisar a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo e a sua transformação em oito empresas do Estado do Rio Grande do Sul. O **método** empregado para atingir o objetivo proposto foi o estudo de casos de empresas recicladoras de resíduos plásticos pós-consumo e empresas transformadoras deste material reciclado. Foram utilizadas também como fontes secundárias informações fornecidas por entidades empresariais com interesse na reciclagem. Os **resultados** obtidos indicam que as empresas estudadas têm tecnologia de reciclagem fortemente dependente da qualidade (ausência de contaminantes) da sucata plástica e que apresentam deficiências quando comparadas às de outros países. A reciclagem de plásticos pós-consumo é uma oportunidade de negócio, e a utilização do material reciclado como matéria-prima permite a redução de custos nas empresas transformadoras. As maiores barreiras enfrentadas por essas empresas são a qualidade dos resíduos plásticos pós-consumo, a ausência de apoio do governo e de uma tecnologia nacional para a reciclagem do plástico.

## ABSTRACT

The **theme** of the present study is post-consumer plastic waste recycling. The post-consumer waste is what is discarded from products by consumers. Its recycling allows the recovery of its economical value, through its recovery as raw material, and waste volume reduction to be disposed in landfills, contributing for a sustainable development. Besides, this activity of recycling tends to grow since the consumption of plastic is growing in Brazil, as well as the waste generation of this kind of material. The **main goal** of this research is to analyze post-consumer plastic waste recycling and its manufacturing in eight companies of the Rio Grande do Sul State. The **method** used to reach the proposed goal was case studies of post-consumer plastic waste recycling companies and manufacturing companies of this recycled material. Information provided by business associations interested in recycling was also used as a secondary source. The **results** indicate that the studied companies have their recycling technology strongly dependent of plastic waste quality (contaminants absence) and show deficiencies when compared to foreign companies. Post-consumer plastic waste is a business opportunity and the use of recycled material allows cost reduction for manufacturing companies. Main barriers faced by these companies are post-consumer plastic waste quality, lack of government support and lack of a national plastic recycling technology.

# 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico e o crescimento econômico, sem dúvida, trouxeram grandes benefícios à sociedade. Mas, aliados ao crescimento populacional e a um comportamento de consumo inadequado, provocaram vários efeitos colaterais. Entre eles, destaca-se a poluição, principal agente de degradação do meio ambiente e de redução da qualidade de vida do homem.

Por esses motivos, surge, nos dias de hoje, a necessidade de adoção de um novo tipo de desenvolvimento: o desenvolvimento sustentável. Segundo Kinlaw (1997), o conceito de desenvolvimento sustentável se popularizou através do trabalho e das publicações da *World Commission on Environment and Development* (WCED). Em 1987, a WCED publicou o relatório intitulado *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), mais conhecido como *The Brundtland Report*, que define o desenvolvimento sustentável como “(...) desenvolvimento (...) que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (WCED *apud* Kinlaw, 1997, p.82).

Cabe salientar que o desenvolvimento sustentável não nega a necessidade do progresso tecnológico. Segundo Donaire (1995), o desenvolvimento sustentável tem três vertentes principais: crescimento econômico, equidade social e equilíbrio ecológico. O desenvolvimento tecnológico deve ser orientado para metas de equilíbrio com a natureza e de incremento de capacidade de inovação dos países em desenvolvimento; o progresso deve significar a integração de maior riqueza, maior benefício social equitativo e equilíbrio ecológico. Para este tipo de desenvolvimento ser compatível com o equilíbrio ecológico, situações irreversíveis como a destruição da biodiversidade ou o esgotamento de certas matérias-primas devem ser evitadas. Desta maneira, o adequado gerenciamento de resíduos constitui uma alternativa que contribui para alcançar o desenvolvimento sustentável, uma vez que permite economia de capital natural (matéria-prima, energia, água) e de saneamento ambiental (reduz poluição do ar, água, solo e subsolo) (Calderoni, 1997).

A abordagem hierárquica dos 4 R's parece ser a mais lógica e promissora estratégia de gerenciamento de resíduos e tem sido adotada por vários países, como o Canadá e países da Europa (Brown, 1993). Essa abordagem tem a seguinte hierarquia: **reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar.**

Reduzir na origem é a alternativa preferível, pois se o resíduo não é gerado, não é gerado também um problema de controle de resíduo. Exemplos de redução na origem são a redução de rejeitos em um processo industrial, a redução de embalagens e o desenvolvimento de produtos mais duráveis. Reutilizar significa simplesmente usar um objeto ou material novamente. Assim, reciclar é usar um resíduo no lugar de um material virgem na fabricação de novos produtos. Nessa abordagem, recuperar significa reciclar um material extraído de resíduos misturados ou de resíduos de outros processos. Como exemplos podem ser citados a recuperação energética, onde resíduos são queimados para produzir energia, e o uso de resíduos de incineração como agregado para construção de estradas (Brown, 1993).

O ser humano interfere no meio ambiente, inevitavelmente gerando resíduos (líquidos, sólidos e gasosos) através de suas ações, tanto durante o processo industrial como durante o consumo dos produtos provenientes dele. Porém, o simples descarte dos resíduos no ar, na água ou no solo pode produzir efeitos prejudiciais no meio ambiente, tornando-se um problema sério para o próprio homem.

*“A qualidade do meio ambiente é deteriorada, e as condições de sobrevivência e o desenvolvimento integral do homem ficam comprometidos (...) Isso faz concluir que, enquanto não existir uma contrapartida proporcional na reciclagem dos resíduos produzidos pelas atividades do homem face ao progresso econômico nos moldes atuais, a poluição crescerá a taxas mais aceleradas, e a qualidade do meio ambiente ficará totalmente comprometida”*(Ely, 1990, p.51).

A relação entre resíduos e a problemática ambiental torna-se mais visível quando se trata de resíduos sólidos, uma vez que seu grau de dispersão é bem menor do que o dos líquidos e gasosos (Demajorovic, 1995). Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Urbana indicam que o Brasil gera 25 milhões e 600 mil toneladas de lixo por ano urbano (A IMAGEM..., 1998).

Atualmente os lixões e os aterros, controlados e sanitários, são as formas mais usuais de destinação dos resíduos urbanos gerados no Brasil. Entretanto, tais alternativas não são a solução mais adequada para a problemática da destinação desses resíduos. O adequado gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos torna-se necessário, com o objetivo de evitar ou minimizar os agravos à saúde e à poluição ambiental, como também manter aspectos estéticos e de bem estar para a população, contribuindo para um desenvolvimento sustentável.

Os resíduos sólidos, segundo Demajorovic (1995) possuem valor econômico agregado, podendo ser reaproveitados. O mesmo autor afirma que

*“... em contraposição aos antigos sistemas de tratamento desses resíduos, que tinham como prioridade a disposição destes, os atuais devem ter como prioridade um ‘ecological cycle management’, o que significa a montagem de um sistema circular, onde a quantidade de resíduos a serem reaproveitados dentro do sistema produtivo seja cada vez maior e a quantidade disposta, menor” (Demajorovic, 1995, p.90).*

A reciclagem surge, então, como uma alternativa de destinação dos resíduos sólidos. Essa alternativa permite o reaproveitamento dos resíduos como matéria-prima, reincorporando-os ao processo produtivo, reduzindo o seu impacto ambiental.

A reciclagem é parte da política de gestão de resíduos sólidos atualmente considerada ideal, que segue as seguintes prioridades, nesta ordem (Demajorovic, 1995):

- Redução da produção de resíduos;
- Reciclagem do material;
- Incineração com reaproveitamento de energia;
- Disposição em aterros sanitários controlados.

Segundo essa política, a primeira e principal preocupação deve ser, semelhantemente a estratégia dos 4 R's, com a minimização da geração de resíduos, reduzindo, conseqüentemente, os problemas de destinação. A prioridade para os resíduos que não tiveram a geração evitada é a destinação: reciclagem, incineração e disposição, nesta ordem.

Dentre os materiais recicláveis, o plástico representa um resíduo de grande aceitação para ser submetido ao processo de reciclagem (Wiebeck, 1997). Segundo Sherman (1989), a reciclagem é uma das melhores alternativas para os resíduos plásticos.

A participação do plástico entre os materiais que compõem o lixo urbano no Brasil ainda é pequena quando comparada à dos países desenvolvidos, mas vem aumentando. Para se ter uma idéia, o consumo per capita de plásticos nos EUA (o maior consumidor deste material no mundo) é de 100 kg/hab./ano e no Japão de 60 kg/hab./ano, enquanto no Brasil está em torno de 19 kg/hab./ano (CEMPRE, 1998b). Esta diferença indica que o Brasil apresenta um grande potencial para o aumento do consumo de plástico.

No Rio Grande do Sul estão localizadas mais de 400 indústrias produtoras de artefatos de plásticos (terceira geração petroquímica), fabricando 8,6% do total da produção nacional (SIMPERGS *et. al.*, s.d.). Com a expansão da capacidade produtiva do III Pólo Petroquímico de Triunfo, é previsto um crescimento da indústria de transformação plástica no Estado, contribuindo para o aumento do consumo de produtos feitos de material plástico.

É possível supor que um aumento do consumo de produtos plásticos terá como conseqüência um aumento na geração de resíduos deste material, e, conseqüentemente, um agravo no problema da destinação do lixo urbano. Estudos sobre o tema reciclagem passam a ser relevantes, na medida que podem contribuir para a solução deste problema e conseqüentemente, para a minimização do impacto ambiental. Além disso, a reciclagem é uma atividade econômica, que pode trazer benefícios às empresas através de ganhos econômicos e redução de custos para as empresas do setor plástico de transformação.

Segundo o CEMPRE (1998a), há uma demanda crescente por estudos em reciclagem devido ao crescente interesse dos órgãos do governo e da iniciativa privada em resolver o problema da geração de resíduos sólidos, especialmente os urbanos. Para Calderoni (1997), a reciclagem do lixo domiciliar recebe pouca atenção e os poucos estudos existentes a tratam-na de modo secundário e lacunoso. No Brasil, pesquisas sobre o tema reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo, mais especificamente com recicladoras, foram encontradas em São Paulo (Aguiar e Philippi Jr., 1998; Günter, Wiebeck e Piva, 1999; PLASTIVIDA, 1999; Calderoni, 1997). No Rio Grande do Sul, foi encontrado só um estudo de caso (Hiwatashi, 1999) com uma empresa que realiza a reciclagem de plástico, o que pode indicar uma carência de estudos nesta área no Estado.

O presente estudo tem como objetivo geral analisar a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo e a transformação do material reciclado em empresas do RS. O foco da pesquisa é a reciclagem e a transformação do plástico, que, como já foi dito, são pouco estudadas e tendem a crescer (como já ocorre nos países europeus) devido ao esperado aumento na geração dos resíduos plásticos neste Estado. A reciclagem é a alternativa mais adequada para a destinação dos resíduos plásticos, de acordo com o conceito de desenvolvimento sustentável, e pode oferecer vantagens econômicas para as empresas que a adotam (é uma oportunidade de negócio), assim como para as empresas que transformam o resíduo reciclado (redução de custos).

Essas atividades, entretanto, enfrentam vários problemas. Os poucos estudos indicam que as empresas brasileiras utilizam equipamentos rudimentares e há pouca informação disponível. Além disso, os resíduos pós-consumo dos diversos tipos de plásticos normalmente estão misturados uns com os outros e com outros contaminantes, devendo ser separados para a reciclagem, fazendo com que as empresas prefiram os resíduos de origem industrial.

Dentro deste contexto, esta pesquisa foi desenvolvida através de estudo de casos de empresas recicladoras e transformadoras do RS, procurando abranger as empresas que reciclam e processam seis dos tipos de plásticos mais consumidos no Brasil e no mundo e, presentes conseqüentemente em maior quantidade no lixo urbano: PEBD (polietileno de baixa densidade), PEAD (polietileno de alta densidade), PP (polipropileno), PVC (policloreto de vinila), PET (polietileno tereftalato) e PS (poliestireno).

O trabalho está dividido em seis capítulos. O capítulo 2 mostra os objetivos da pesquisa, o capítulo 3 trata da destinação dos resíduos sólidos urbanos e o capítulo 4 da reciclagem dos resíduos plástico pós-consumo. O capítulo 5 descreve o método de pesquisa empregado e o capítulo 6 apresenta os resultados obtidos através do relato dos casos. Finalmente, o capítulo 7 apresenta a análise dos resultados, as conclusões desta pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo e a transformação do material reciclado em oito empresas do RS.

### **2.2 Objetivos específicos**

- 1) Caracterizar o elo reciclagem/transformação de resíduos plásticos pós-consumo da cadeia petroquímica no RS, procurando identificar diferenças existentes entre a reciclagem de polipropileno (PP), polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), policloreto de vinila (PVC) e poliestireno (PS).
- 2) Descrever a tecnologia empregada pelas empresas recicladoras de resíduos plásticos pós-consumo no RS.
- 3) Analisar as barreiras e as oportunidades existentes para a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo e para o uso do material reciclado nas empresas de transformação no RS.

### **3 DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

As prioridades na gestão dos resíduos sólidos urbanos devem ser primeiramente a minimização da geração desses resíduos, através de mudanças de hábito de consumo e a produção de produtos com menor quantidade de material, feitos de material reciclável, etc. Depois de minimizar a geração de resíduos, a preocupação deve se voltar para a sua destinação: reciclagem, incineração e disposição, nesta ordem (Demajorovic, 1995, Valle, 1995).

Os resíduos devem ser primeiramente reciclados; os que não puderem ser reciclados, devem ser incinerados; e os que não puderem passar por nenhuma das opções anteriores, devem ser dispostos em aterros sanitários.

#### **3.1 Resíduos sólidos urbanos**

Segundo Aisse *et al.* (1982), o termo “lixo” é o designativo daquilo que tecnicamente é denominado resíduo sólido, sendo o mesmo resultante da atividade das aglomerações urbanas. Os resíduos sólidos podem ser objetos que não mais possuem valor ou utilidade, porções de materiais sem significado econômico, sobras de processamento industrial ou sobras domésticas a serem descartadas, ou seja, qualquer coisa que se deseje jogar fora (Aisse *et al.*, 1982). No entanto, na verdade o termo “resíduo sólido” diferencia-se do termo “lixo”, pois o último não possui qualquer tipo de valor, já que é aquilo que deve ser apenas descartado, enquanto o primeiro possui valor econômico por possibilitar o reaproveitamento no processo produtivo (Demajorovic, 1995). Os resíduos podem ser classificados de diferentes formas, conforme se observa no Quadro 1.

Os resíduos sólidos urbanos, tratados neste trabalho, compreendem os resíduos domésticos, comerciais e industriais (semelhantes aos comerciais) (Valle, 1995). Serão considerados como rejeito os resíduos que não tenham aproveitamento econômico por nenhum processo tecnológico disponível e acessível (Phillip Jr., Aguiar e Moller, 1999).

Classificação	• Tipo de material
Composição química	<ul style="list-style-type: none"> <li>• matéria orgânica</li> <li>• matéria inorgânica</li> </ul>
Riscos potenciais ao meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• resíduos classe I: perigosos</li> <li>• resíduos classe II: não-inertes</li> <li>• resíduos classe III: inertes</li> </ul>
Origem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• domiciliar: originado da vida diária das residências</li> <li>• comercial: originado de estabelecimentos comerciais e de serviços</li> <li>• industrial: originado nas atividades dos diversos ramos da indústria</li> <li>• público: originado dos serviços de limpeza pública urbana e de limpeza de áreas de feiras livres</li> <li>• hospitalar (serviços de saúde)</li> <li>• especial (portos e aeroportos, agrícola, entulho, eventos)</li> </ul>

Quadro 1: Classificação dos resíduos. Fonte: Maio e Brito *apud* Hiwatashi (p. 19, 1999)

### 3.2 Disposição

A disposição é a alternativa de destinação de resíduos sólidos mais antiga e mais utilizada até hoje, embora não seja a mais adequada. Dados do CEMPRE (*apud* PLASTIVIDA/ABIQUIM, 1997) indicam que a destinação final do lixo urbano no Brasil é feita da seguinte forma:

- 76% em lixões
- 13% em aterros controlados
- 10% em aterros sanitários
- 1% passa por tratamento por compostagem, reciclagem e

incineração (formas de tratamento alternativas à disposição).

Os lixões são formas de disposição final de resíduos sólidos a céu aberto. São caracterizados pela simples descarga dos resíduos sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (Consoni *et al.*, 1995). Acarretam problemas para a saúde pública, como a proliferação de vetores de doenças (como insetos), geração de odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume (líquido de cor preta, de odor desagradável e de elevado potencial poluidor, produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo), comprometendo os recursos hídricos (Consoni *et al.*, 1995).

Os aterros controlados utilizam princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho (Consoni *et al.*, 1995). Esta alternativa é preferível aos lixões, porém ainda causa problemas ambientais. Este tipo de aterro geralmente não dispõe de impermeabilização de base (comprometendo a qualidade das águas subterrâneas), nem sistemas de tratamento de chorume ou de dispersão dos gases gerados (Consoni *et al.*, 1995).

Para atender as exigências impostas pela legislação ambiental, aterros mais modernos foram introduzidos. Os aterros sanitários permitem o confinamento seguro dos resíduos em termos de contaminação ambiental e saúde pública. “Os resíduos são dispostos em camadas, compactados por tratores e cobertos com uma camada de terra que será a base para uma nova camada de resíduos” (Valle, 1995, p.88). Sua instalação deve ser feita em área adequadamente escolhida com a base do aterro com camada impermeabilizada e afastada de corpos d’água, permitindo o controle e o tratamento do chorume (Valle, 1995).

A disposição em aterro sanitário é uma solução adequada para resíduos estáveis, não perigosos, com baixo teor de umidade e que não possuam valores a recuperar (Valle, 1995). Em outras palavras, o aterro sanitário é a melhor alternativa de destinação para o caso em que os resíduos não possam ser reciclados, nem incinerados. A reciclagem e a incineração, nesta ordem de hierarquia, contribuem para a redução do volume de resíduos a ser disposto e o aumento da vida útil dos aterros (Valle, 1995; North, 1997; Demajorovic, 1995).

A disposição é uma alternativa relativamente barata de destinação de resíduos (Valle, 1995). Porém, além dessa alternativa constituir uma poluição localizada vigiada, a saturação dos aterros existentes e a dificuldade de encontrar áreas para a criação de mais aterros fazem com que sejam buscadas outras alternativas. Segundo Ritter (1999), coordenadora de projetos da Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional (METROPLAN), foram realizados estudos que indicaram que no RS, a parte mais central da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) já apresenta dificuldades de encontrar áreas para a disposição de seus resíduos. A médio e longo prazo, toda RMPA apresentará essas dificuldades, intensificando a necessidade de que outras alternativas de destino de resíduos sejam efetivamente implantadas.

### **3.3 Incineração**

A incineração é a queima dos resíduos sólidos, destruindo-os, descaracterizando-os e transformando-os em cinzas, permitindo a redução drástica do volume dos resíduos a serem dispostos. É a solução mais indicada para os resíduos orgânicos perigosos, desprovidos de valor e de difícil decomposição (Valle, 1995).

Porém, a incineração apresenta duas preocupações: os gases emitidos pela combustão dos resíduos e a destinação das cinzas e dos particulados retidos nos sistemas de lavagem de gases. A operação do sistema precisa incluir o manuseio de resíduos, a depuração de gases e a destinação das cinzas, tornando os investimentos necessários muito elevados (Valle, 1995). Os gases resultantes da incineração devem passar por um sistema de lavagem, que costuma representar um investimento tão ou mais caro que o próprio forno de incineração.

No Rio Grande do Sul, a incineração é proibida pela legislação, em função da falta, ainda, de regulamentação das emissões atmosféricas.

### **3.4 Reciclagem**

Na definição adotada pela EPA (Environmental Protection Agency), a agência ambiental dos Estados Unidos, reciclagem é a ação de coletar, reprocessar, comercializar e utilizar materiais antes considerados como lixo (Valle, 1995). Wells *et al.* (*apud* Costa, 1998, p.19) definem a reciclagem como o “resultado de uma série de atividades através da qual materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, são desviados, sendo coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de bens, feitos anteriormente apenas com matéria-prima virgem”. Neste trabalho, no entanto, o termo reciclagem terá uma definição mais restrita, abrangendo apenas o processamento do resíduo para ser utilizado como matéria-prima em um outro processo produtivo.

Aqui, a reciclagem, permite refazer o ciclo, ou seja, permite trazer de volta, à origem, sob a forma de matérias-primas, aqueles materiais que não se degradam facilmente e que podem ser reprocessados, mantendo suas características básicas (Valle, 1995). “A reciclagem requer alguma forma significativa de processamento físico, químico ou biológico antes do material ser utilizado novamente” (Maclaren e Yu, 1997, p.93).

A reciclagem depende de outras atividades, que são demonstradas na Figura 1.

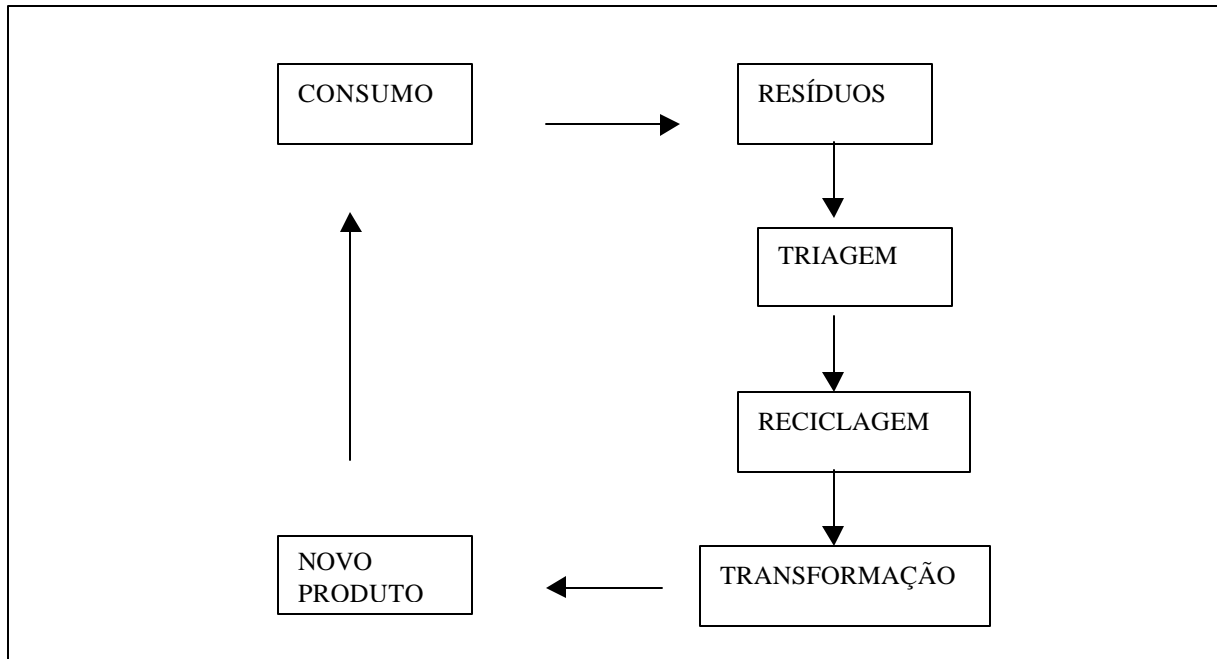


Figura 1: As atividades relacionadas à reciclagem. Fonte: Adaptado de Wiebeck (1997)

Uma empresa pode realizar mais de uma das atividades apresentadas acima. Além disso, essas atividades podem ser desdobradas em mais de uma etapa e realizadas por mais de uma empresa.

A população, através do consumo de produtos, gera resíduos que devem ser coletados e separados. A coleta pode ser pelo meio convencional, com o material reciclável e o não reciclável coletados juntos (misturados) ou pela coleta seletiva. A coleta seletiva pode ser domiciliar (ou porta à porta), com os recicláveis separados previamente na residência do gerador do resíduo, ou por entrega voluntária, na qual conjuntos de containers (postos de entrega voluntária ou local de entrega voluntária) são instalados em locais estratégicos para depósito dos materiais recicláveis pela população (Ruberg, Aguiar e Philippi Jr., 1998).

Além disso, a separação ou triagem dos resíduos pode ser efetuada em usinas de triagem, ou nos locais de disposição inadequados (nos lixões, por catadores) (Wiebeck, 1997). De modo que, os resíduos separados são reciclados, permitindo o reaproveitamento como matéria-prima pelas empresas transformadoras de produtos finais.

Hiwatashi (1999) identificou os agentes envolvidos no processo de reciclagem na cidade de Porto Alegre no Rio Grande do Sul:

- os consumidores, geradores de resíduos;
- o Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU), que realiza a limpeza das ruas e coleta dos resíduos domiciliares;
- as chamadas (erroneamente) Unidades de Reciclagem, associações de trabalhadores, que na verdade, realizam a triagem do material recolhido pelo DMLU;
- e empresas recicladoras, que reprocessam o material separado nas Unidades de Reciclagem para poder ser usado como matéria-prima no processo produtivo das empresas de transformação.

Hiwatashi (1999) verificou também a existência de intermediários com estrutura de armazenamento e comercialização, comprando material das Unidades de Reciclagem e empresas geradoras de resíduos, classificando, enfardando e revendendo para as recicladoras. Estes intermediários são também chamados de sucateiros. Costa (1998) destaca, ainda, a importância dos catadores, coletores informais de resíduos, que coletam cerca de três vezes o valor dos resíduos coletados pelo DMLU. Além disso, os materiais coletados pelos catadores possuem menor impureza que os triados pelas Unidades de Reciclagem devido à segregação realizada na hora da coleta.

### **3.4.1 Aspectos econômicos**

De acordo com Biddle (1993), o sucesso da reciclagem, na verdade, não depende de quanto espaço de aterro é economizado, importando sim, se faz sentido econômico.

A reciclagem não é somente uma questão de recuperar material reciclável; ela é um sistema econômico (Biddle, 1993). Para garantir a sustentação econômica da reciclagem, devem ser levados em consideração os seguintes fatores:

- 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 de 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;
- características e aplicação do produto resultante (PLASTIVIDA/ABIQUIM, 1997, Wiebeck, 1997).

### **3.4.2 Importância da reciclagem**

Para Valle (1995), a reciclagem tem como maiores estímulos dois fatores:

- possibilita reduzir substancialmente o volume dos resíduos urbanos a serem dispostos ou tratados;
- permite a recuperação de valores contidos nesses resíduos urbanos que, de outra forma, seriam perdidos.

Além dos aspectos ambientais positivos obtidos, a reciclagem é uma atividade que pode ser viável economicamente, capaz de gerar ganhos econômicos, assim como gerar empregos, como, por exemplo, em cooperativas, onde é realizada a triagem de lixo seco para a venda a recicladoras.

Wiebeck (1997) resume os fatores que motivam a reciclagem :

- necessidade de poupar e preservar recursos naturais;
- redução do volume de resíduos a transportar, tratar e dispor;
- diminuição da carga poluente enviada ao meio ambiente;
- aumento da vida útil dos locais de disposição de resíduos (aterro sanitário e aterro industrial);
- redução de custo de gerenciamento dos resíduos, com menores investimentos em instalações de tratamento e disposição final;
- redução da poluição/ contaminação ambiental e dos problemas de saúde pública e social decorrentes;
- criação de empregos ou aproveitamento de mão de obra (catadores, por exemplo) em melhores condições de trabalho;
- maior competitividade e produtividade, em caso de empresas;
- possibilidade de participação da população no processo de separação, levando ao conhecimento dos problemas (educação ambiental e conscientização em relação a sua responsabilidade).



Calderoni (1997), em estudo realizado no município de São Paulo, calcula que a cada tonelada de lixo domiciliar que é deixada de ser reciclada, deixa-se de auferir um ganho da ordem de R\$712,00. No total, estima-se que a perda anual seja de R\$791 milhões, para as 1.112 mil t/ ano de recicláveis descarregados nos aterros sanitários deste município. Segundo esse autor, em 1996, a economia possível de se obter através da reciclagem poderia ser estimada em R\$5,8 bilhões. Desse total foi obtida economia de R\$1,2 bilhão, tendo sido perdidos cerca de R\$4,6 bilhões pela parte do lixo domiciliar não reciclada.

A metodologia empregada por Calderoni (1997) considera os custos evitados através da reciclagem: os custos de coleta seletiva que se adicionam ao custo obrigatório da coleta convencional do lixo, abrangendo também os custos de implantação, operação e manutenção de aterros, transporte e transbordo. Além disso, considera ganhos decorrentes da economia de energia, de matéria-prima, da redução de custos com controle ambiental e com consumo de água e outros ganhos de difícil mensuração, como redução de dispêndios com saúde pública e geração líquida de empregos.

O estudo de Calderoni (1997) revelou que a matéria-prima constitui o principal fator de economia, respondendo por 71% da economia total possível de ser obtida com a reciclagem e 62% da economia obtida pelo que realmente é reciclado no Brasil. O segundo fator é a economia de energia elétrica, contribuindo com 23% do total possível e 29% do total real obtido. Em 1996, a economia de energia possível pelo Brasil foi da ordem de R\$1,3 bilhão, das quais foram alcançados R\$340 milhões (26%) e perdidos R\$ 999 milhões (74%) pela não reciclagem.

## 4 A RECICLAGEM DE PLÁSTICOS

No presente trabalho, a expressão “reciclagem de plásticos” será utilizada como sinônimo da expressão “recuperação de plásticos” definida por Mano e Bonelli (1995). Recuperar significa “reaver, de modo econômico, embora parcialmente, o valor intrínseco dos materiais plásticos descartados após sua fabricação e/ou consumo” (Mano e Bonelli, 1995, p.19). Este será o significado de reciclagem de plásticos empregado aqui, embora as autoras afirmem que as duas expressões têm significados distintos. Para elas, reciclar significa reutilizar o plástico na confecção de artefatos; enquanto isso, a recuperação visa à reciclagem, fazendo com que as duas expressões, na prática, se confundam.

### 4.1 O plástico e a cadeia petroquímica

O plástico é um tipo de polímero. Um polímero (que significa “muitas partes”) é uma molécula de alto peso molecular obtida pelo encadeamento sucessivo de pequenas unidades repetitivas de baixo peso molecular chamadas monômeros (Hansmann e Mustafa, 1993).

Quanto ao comportamento mecânico, os polímeros podem ser classificados em elastômeros, plásticos e fibras. Os elastômeros são materiais que exibem grande capacidade de deformação reversível à temperatura ambiente. As fibras são materiais constituídos por moléculas lineares ou de baixa ramificação, orientadas longitudinalmente e que apresentam baixa extensibilidade.

Os plásticos, por sua vez, são materiais poliméricos que podem ser moldados por efeito de calor e/ou pressão. A origem da palavra plástico vem do grego *plastikós*, que significa adequado à moldagem (PLASTIVIDA/ABIQUIM, 1997).

Quanto ao comportamento térmico, os polímeros podem ser classificados em dois tipos: termoplásticos e termofixos. Termoplásticos são polímeros que permitem a fusão por aquecimento e, após o resfriamento, podem ser novamente moldados; isto é, podem ser

reprocessados várias vezes. Os termoplásticos são os polímeros mais largamente utilizados e como exemplo podem ser citados o polietileno de baixa densidade (PEBD), o polietileno de alta densidade (PEAD), o policloreto de vinila (PVC), o poliestireno (PS), o polipropileno (PP), o polietileno tereftalato (PET), poliamidas (PA), entre outros. Termofixos (ou termorrígidos) são polímeros que, uma vez moldados não permitem mais a possibilidade de fusão, ou seja não podem ser reprocessados. Não se fundem, porém se decompõem quando reaquecidos. Entre os termofixos, podem ser citados, o poliuretano (PU) e o poliacetato de etileno vinil (EVA) (Pinto, 1995).

O consumo de plásticos em todo o mundo, inclusive no Brasil, vem aumentando. Isso se deve às vantagens proporcionadas pelo plástico:

- ampla gama de propriedades, que vão desde a rigidez até a alta elasticidade e transparência;
- segurança no manuseio;
- pequeno investimento para a transformação;
- resistência à corrosão;
- baixa densidade que possibilita conseguir propriedades mecânicas extraordinárias com um peso relativamente reduzido;
- comodidade para o consumidor;
- excelente capacidade para receber impressão em várias cores;
- grande durabilidade, inclusive devido à reciclabilidade (Wiebeck, 1997)

Os termoplásticos são os plásticos mais utilizados, e, dentre a grande variedade existente, apenas seis representam cerca de 90% do consumo no país: PEBD, PEAD, PP, PS, PVC e PET (Pinto, 1995). A seguir, são descritas as principais propriedades e aplicações de cada um desses tipos de plásticos:

- PEBD- é flexível, leve, transparente e impermeável. Suas principais aplicações são sacolas para supermercados e lojas, filmes para embalar leite e outros alimentos, sacaria industrial, filmes para fraldas descartáveis, bolsas para soro medicinal, sacos de lixo, frascos, fios e cabos, etc.;

- PEAD – é inquebrável, resiste a baixas temperaturas, é leve, impermeável, rígido e apresenta resistência química. Suas principais aplicações são embalagens para

detergentes e óleos automotivos, sacolas de supermercados, tampas, tambores para tintas, potes, utilidades domésticas, tubos e conexões, engradados de bebidas, autopeças;

- PP – conserva o aroma, é inquebrável, transparente, brilhante, rígido e resistente a mudanças de temperatura. Suas aplicações principais são filmes para embalagens e alimentos, embalagens industriais, cordas, tubos para água quente, fios e cabos, frascos, caixas de bebidas, autopeças, fibras para tapetes, utilidades domésticas, potes de margarina, fraldas e seringas descartáveis;

- PS – é impermeável, inquebrável, rígido, transparente, leve e brilhante. Suas principais aplicações são potes para iogurtes, sorvetes e doces, frascos, bandejas de supermercados, parte interna da porta de geladeiras, pratos, tampas, aparelhos de barbear descartáveis, brinquedos, copos descartáveis;

- PVC – é rígido, transparente, impermeável, resistente à temperatura e inquebrável. As suas principais aplicações são embalagens para água mineral, óleos combustíveis, maionese e sucos, perfis para janelas, tubulações de água e esgotos, mangueiras, embalagens para remédios, brinquedos, bolsas de sangue, material hospitalar, revestimento de fios e cabos elétricos, cortinas de chuveiro, toalhas de mesa, bolsas e roupas de couro artificial, calçados;

- PET – é transparente, inquebrável, impermeável e leve. Suas principais aplicações são frascos e garrafas para uso alimentício/hospitalar (principalmente garrafas de refrigerante), cosméticos, bandejas para microondas, filmes para áudio e vídeo, fibras têxteis (PLASTIVIDA/ABIQUIM, 1997, Gonçalves *et al.*, 1997).

O Brasil ainda apresenta um baixo consumo *per capita* de plásticos. 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, 1998b). O Centro de Tecnologia em Embalagem (CETEA), do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), de Campinas, a empresa de pesquisa de mercado DATAMARK e a empresa de *design e marketing* Muller e Associados, em uma avaliação das tendências do setor de embalagens, prevêem que o consumo de plásticos no Brasil crescerá de 2, 7 milhões de toneladas em 1996 para 4,3 milhões de toneladas até 2005 (Madi *et al.*, 1998).

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 são responsáveis por 91,1% da produção total. Os maiores produtores são os Estados Unidos, Japão e Alemanha. O Brasil é o 12º produtor (SIMPERGS *et al.*, s.d.).

A Tabela 1 e a Tabela 2, a seguir, apresentam a produção e o consumo aparente no Brasil de alguns tipos de plásticos:

	<b>PRODUÇÃO (t)</b>		
<b>RESINA</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
<b>PEBD</b>	561.246	664.363	652.647
<b>PEAD</b>	529.395	643.538	692.864
<b>PS</b>	149.347	132.696	129.879
<b>PP</b>	589.577	635.939	702.795
<b>PVC</b>	629.959	631.851	649.480
<b>PET</b>	97.945	143.343	200.000
<b>TOTAL</b>	<b>2.735.097</b>	<b>3.038.788</b>	<b>3.212.718</b>

Tabela 1: A produção de plásticos no Brasil. Fonte: COPLAST/ABIQUIM *apud* JORNAL DO PLÁSTICO ON LINE (1998)

	<b>CONSUMO APARENTE (t)</b>		
<b>RESINA</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
<b>PEBD</b>	478.496	527.774	490.005
<b>PEAD</b>	510.385	563.549	632.884
<b>PS</b>	240.208	233.342	246.107
<b>PP</b>	536.662	594.947	581.164
<b>PVC</b>	561.326	608.427	687.121
<b>PET</b>	173.268	249.012	298.413
<b>TOTAL</b>	<b>2.678.532</b>	<b>2.999.301</b>	<b>3.164.064</b>

Tabela 2: O consumo aparente de plásticos no Brasil. Fonte: COPLAST/ABIQUIM *apud* JORNAL DO PLÁSTICO ON LINE (1998)

No RS também é verificado um aumento no consumo de resinas plásticas, conforme a Tabela 3.

<b>Resina</b>	<b>1994 (t)</b>	<b>1997 (t)</b>	<b>Variação 97/ 94 (% a. a.)</b>
PP	41.104	63.508	15,16
PEBD	31.550	42.152	10,1
PEAD	27.570	32.648	5,8
PVC	15.170	22.690	14,4
PS	11.523	14.794	8,7
PET	0	1.205	-

Tabela 3: Evolução do consumo de matérias-primas por resina. Fonte: Pesquisa da América Consultoria e Projetos Internacionais e MaxiQuim Assessoria de Mercado *apud* PROGRAMA RS ... (s.d.)

O plástico está inserido na cadeia produtiva da indústria petroquímica, conforme Quadro 2:

INPUTS	TIPO DE EMPRESA	OUTPUTS
Petróleo	refinaria	Frações de petróleo
Nafta ou gás natural	Primeira geração petroquímica	Petroquímicos básicos (monômeros)
Petroquímicos básicos (monômeros)	Segunda geração petroquímica	Petroquímicos intermediários (resinas plásticas)
Petroquímicos intermediários (resinas plásticas)	Terceira geração petroquímica	Produtos de plástico
Resíduos plásticos	Recicladoras	Matéria-prima para terceira e para segunda geração petroquímica e, energia

Quadro 2: Cadeia produtiva da indústria petroquímica. Fonte: Adaptado de Braghirolli (1999) e Shammam (1993)

Nas refinarias, o petróleo bruto é fracionado através de destilações e as frações são beneficiadas através de processos químicos. As frações nafta e gás natural são processadas nas empresas de primeira geração, que produzem produtos petroquímicos básicos, como por exemplo etileno, propileno e butadieno, monômeros, que são matéria-prima para as empresas de segunda geração. Estas, por sua vez, produzem produtos petroquímicos intermediários, ou seja, resinas termoplásticas como o PP e PEBD e elastômeros, que serão transformados pelas empresas de terceira geração em produtos finais, como embalagens, utilidades domésticas, brinquedos, etc. (Braghirolli, 1999).

No Brasil, em 1996, aproximadamente 30% da produção de plásticos foi transformada em embalagens, o que significa que as embalagens são o seu mais importante mercado (Madi *et al.*, 1998). No RS, o maior mercado para as resinas plásticas é o segmento de embalagens. Em 1997, esse segmento constituía 32,3% do mercado, seguido pelo segmento de componentes para calçados (19,5%), de componentes técnicos (10,2%) e utilidades domésticas e brinquedos (9,3%) (PROGRAMA RS..., s.d.). O Estado disputa com o Paraná a quarta posição no *ranking* brasileiro de participação dos estados na indústria brasileira de produtos de matérias plásticas, sendo precedidos, por ordem de importância, por

São Paulo, Rio de Janeiro e Santa Catarina. Em termos de emprego de mão-de-obra, a indústria do RS é a segunda do país (PROGRAMA RS..., s.d.).

As empresas gaúchas de transformação se concentram principalmente nas regiões do Vale do Rio dos Sinos, Grande Porto Alegre e Serra (Braguirolli, 1999; PROGRAMA RS..., s.d.), e os seus principais processos, de acordo com dados de 1997, são injeção (46,9%) e extrusão (37%) (PROGRAMA RS..., s.d.). A maioria dessas empresas (mais de 400) são de pequeno porte (cerca de 85%) e geram 21.000 empregos, fabricando 8,6% do total da produção nacional (SIMPERS *et. al.*, s.d.)

Os resíduos de processo ou do descarte dos produtos finais desta cadeia são reciclados em empresas recicladoras, originando petroquímicos básicos, matéria-prima plástica para a terceira geração ou energia, através da reciclagem química, mecânica e energética, respectivamente, que serão descritas com maior profundidade posteriormente.

## 4.2 Os resíduos plásticos

Os resíduos plásticos podem ser classificados em:

- pré-consumo ou pós-industrial: resíduos que provêm principalmente de sobras e aparas do processo de produção industrial;
- pós-consumo: resíduos provenientes do descarte de produtos pelos consumidores (PLASTIVIDA/ABIQUIM, 1997).

A reciclagem dos resíduos pós-consumo é a alternativa que contribui de maneira mais significativa para a solução do acúmulo do resíduo sólido urbano (A RECICLAGEM..., 1998).

Os resíduos plásticos chamam mais atenção que outros materiais devido à total descartabilidade das embalagens, resistência à degradação e leveza, fazendo-os flutuarem em lagos e cursos de água (Netto, 1990). Além disso, o plástico, quando é disposto em lixões ou aterros, gera problemas adicionais aos comuns de outros materiais, já expostos anteriormente.

Quando os resíduos plásticos são depositados em lixões, os problemas principais são a queima indevida e sem controle. Quando são depositados em aterros, dificultam a compactação do lixo e prejudicam a decomposição dos materiais biologicamente degradáveis, através da criação de camadas impermeáveis que afetam as trocas de líquidos e gases gerados



no processo de biodegradação da matéria orgânica (Pinto, 1995). A reciclagem, então, passa a ser a melhor alternativa de destinação dos resíduos plásticos.

Pesquisa realizada no ano de 1999, em cidades brasileiras que já implantaram coleta seletiva, identificou a composição do lixo proveniente da coleta seletiva no Brasil. Conforme a Figura 2, os plásticos constituem 15% do lixo que é recolhido na coleta seletiva no Brasil (média das cidades de Angra dos Reis, Belo Horizonte, Brasília, Campinas, Curitiba, Embú, Florianópolis, Porto Alegre, Ribeirão Preto, Salvador, Santos, São José dos Campos e São Sebastião) (CEMPRE, 1999a).

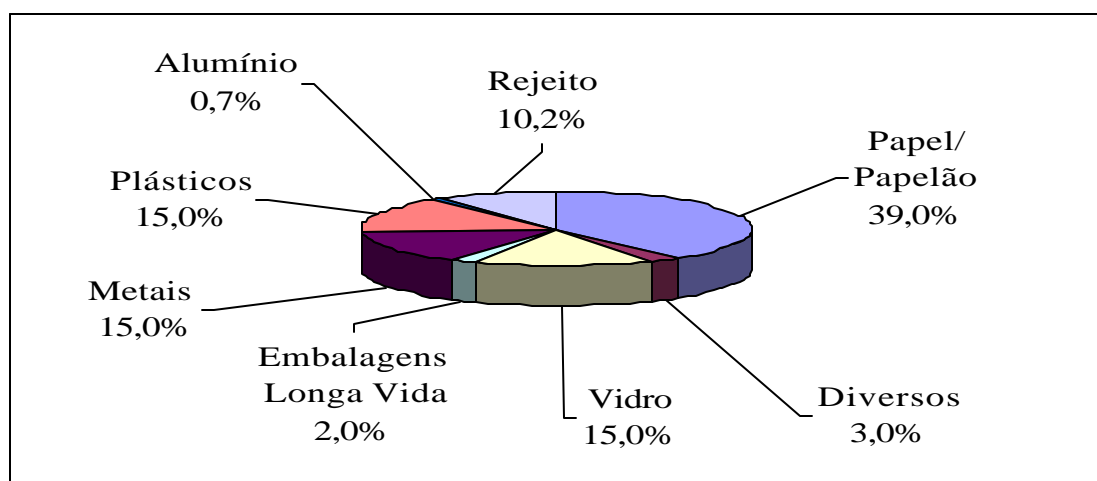


Figura 2: Composição do lixo proveniente da coleta seletiva no Brasil (em peso). Os materiais diversos incluem outros tipos de materiais recicláveis, como baterias, pilhas, borracha, madeira, livros. Fonte: CEMPRE (1999a)

Costa (1998) caracterizou os resíduos sólidos domiciliares da cidade de Porto Alegre e verificou que 52,5% dos resíduos provenientes da coleta convencional são matéria orgânica facilmente biodegradável (restos alimentares, papel higiênico e fezes de animais como gato e cachorro). Na Figura 3 é apresentada a composição dos resíduos em base seca (sem contar a matéria orgânica).

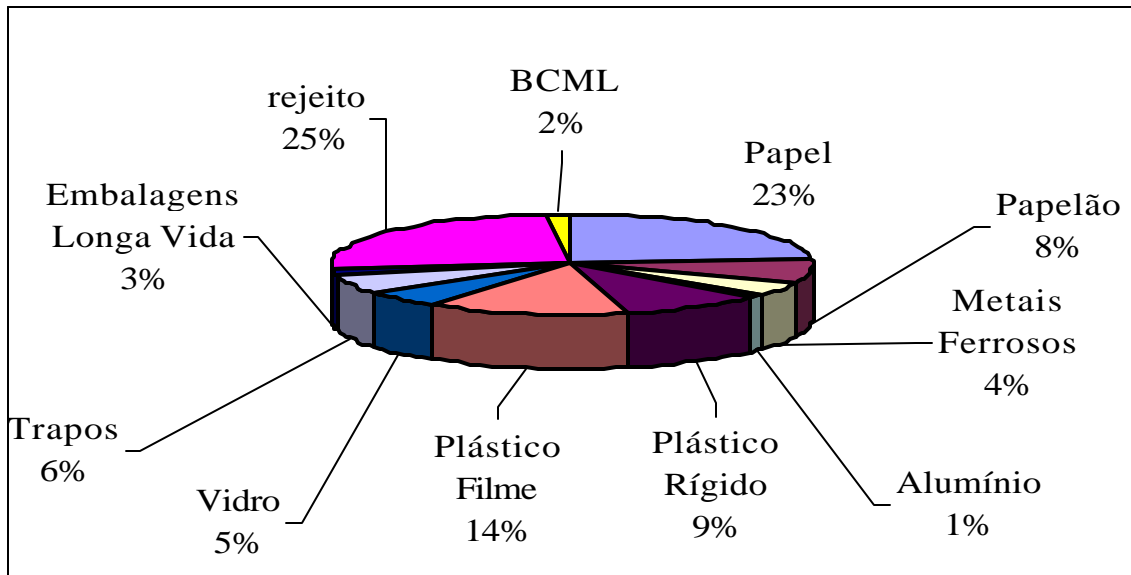


Figura 3: Composição do lixo domiciliar coletado em Porto Alegre (em peso de base seca). O rejeito é composto por pilhas, restos de construções, absorventes, fraldas descartáveis, esponjas, isopor, lâmpadas, embalagens compostas (formadas por dois ou mais tipos de materiais, etc. BCML inclui borracha, couro, madeira e louça. Fonte: Costa (1998)

### 4.3 Tecnologia e processos utilizados na reciclagem de resíduos plásticos

#### 4.3.1 Tecnologia

Embora não seja objetivo da pesquisa estudar capacidade tecnológica e inovação, esses conceitos serão aqui definidos para auxiliar no relato dos resultados da pesquisa de Braguirolli (1999), na análise dos resultados obtidos através do estudo de casos, tornando-a mais rica, assim como para sugerir futuros trabalhos. A seguir, é apresentado o processo de reciclagem de resíduos plásticos, objeto do presente estudo.

Para Ribault *et al. apud* Lemos e Nascimento (1998), a tecnologia é formada por três componentes: conhecimentos (que surgem a partir da investigação científica e evolução da ciência); meios (os equipamentos) e, know-how (que se baseia nas pessoas e suas habilidades). Melhorias na tecnologia são inovações. A “inovação interessa-se pela procura, pela descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação, e pela adoção de novos produtos, novos processos de produção e novos modelos de organização” (Dosi, 1988, p.222). Na ótica da teoria evolucionária da economia, que faz uma analogia com a teoria evolucionária na biologia, as empresas precisam inovar, ou seja, alterar suas rotinas, para competir e se adaptar a um mercado dinâmico e cheio de incertezas (Nelson e Winter, 1982).

No entanto, a tecnologia não é igual para todas as empresas em função de apresentarem diferentes de níveis de capacidades tecnológicas. A capacidade tecnológica de uma empresa pode ser entendida como um processo contínuo de absorção ou criação de tecnologias, determinadas, em parte, por fatores externos e, em parte, pelo acúmulo de habilidades e conhecimento, com o intuito de se manter e se possível ampliar sua participação em um mercado (Lall, 1992).

Lall (1992) classificou três níveis de capacidade tecnológica para as empresas: básica, que toda a empresa possui para manter o seu processo produtivo, baseada na execução da rotina e na experiência; intermediária, que além de executar as rotinas, busca a melhoria, através da adaptação e da imitação; e, avançada, em que a empresa tem a sua atividade de inovação baseada na pesquisa formal.

O domínio de uma tecnologia está relacionado ao aprendizado, podendo este ser classificado como o aprendizado informal, baseado na experiência (aprender fazendo) ou formal, através de treinamento, participação em cursos, palestras, seminários, por exemplo (aprender conhecendo).

A dissertação de mestrado de Braguirolli (1999) verifica que as empresas que utilizam como processo a reciclagem tendem a ter um nível intermediário de capacidade tecnológica e a ter como processo de aprendizagem tecnológica o aprender conhecendo. A pesquisa de Braguirolli (1999) abrangeu 154 empresas da terceira geração petroquímica, sendo 31 do setor da borracha e 124 do setor do plástico. No setor plástico, das empresas investigadas, sete responderam que têm como principal processo a reciclagem.

#### **4.3.2 Os processos de reciclagem de resíduos plásticos**

É possível classificar a reciclagem dos resíduos plásticos em três tipos: primária, secundária, terciária (Pinto, 1995). Ehrig e Curry (1989) e Mano e Bonelli (1995), além dessas três, ainda classificam um outro tipo de reciclagem de plástico: a quaternária.

A reciclagem primária e a secundária são tipos de reciclagem mecânica. A diferença entre elas é a origem do resíduo plástico a ser reciclado. A reciclagem mecânica é a conversão dos resíduos plásticos em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos, como sacos de lixo, solados, pisos, mangueiras, componentes de automóveis,

etc. (PLASTIVIDA/ABIQUIM, 1997). Por ser este o único tipo de reciclagem realizado no RS, seu processo será detalhado mais adiante no item 3.3.3.

#### **4.3.2.1 Reciclagem primária**

A reciclagem primária, também chamada de reciclagem pré-consumo, é efetuada na própria indústria geradora do resíduo, ou por outras empresas transformadoras, com materiais termoplásticos provenientes de resíduos industriais, que são limpos e de fácil identificação, não contaminados por impurezas (Pinto, 1995). “Pode-se afirmar que 100% destes resíduos são reciclados e a qualidade dos artefatos produzidos com esse material é essencialmente a mesma daquela obtida com a utilização de resinas virgens” (Pinto, 1995, p.184).

#### **4.3.2.2 Reciclagem secundária**

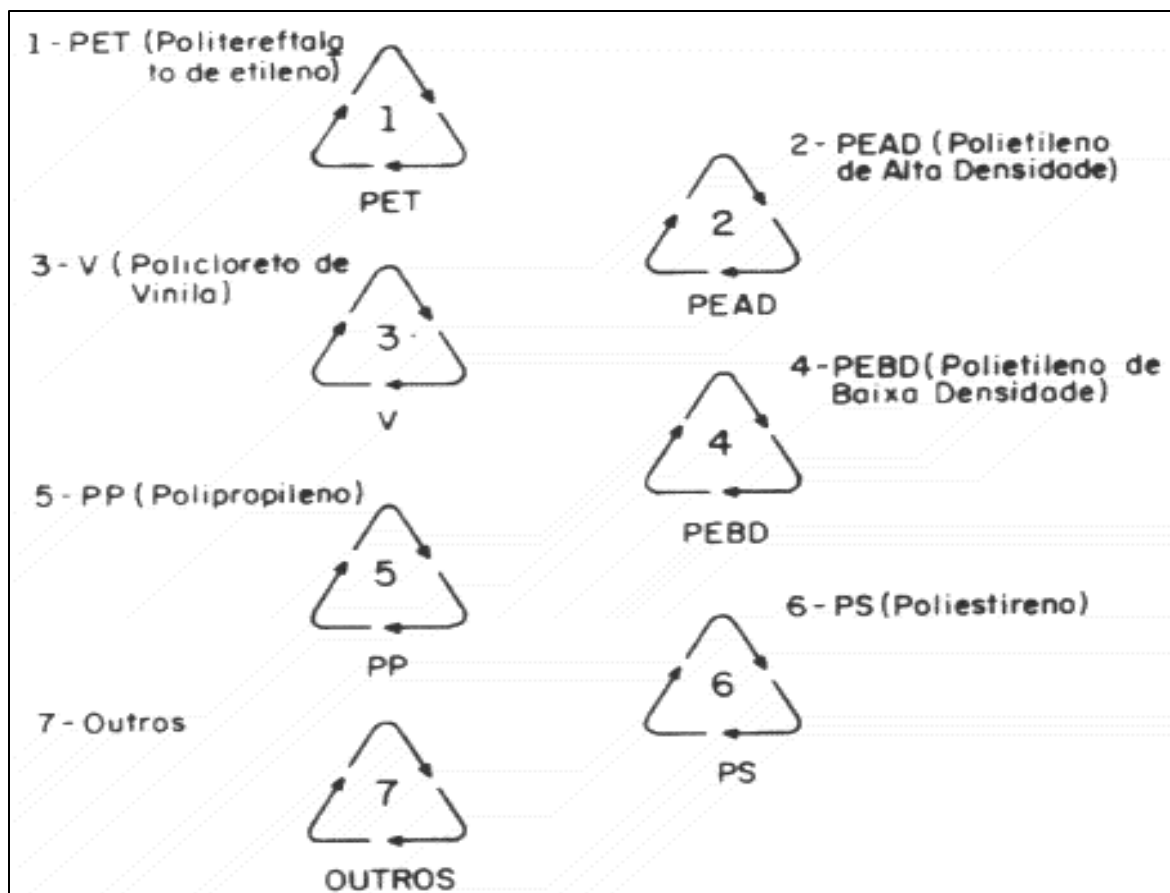
A reciclagem secundária, ou reciclagem pós-consumo, é a conversão de resíduos plásticos descartados no lixo. São constituídos pelos mais diferentes tipos de materiais e resinas, com propriedades também diferentes, exigindo uma boa separação, para poderem ser reaproveitados (Pinto, 1995). A separação dos materiais é bastante facilitada com um programa de coleta seletiva do lixo, evitando a contaminação.

Para facilitar a identificação dos diferentes tipos de plástico, foi estabelecido no Brasil pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), na Norma NBR 13.230, um sistema de codificação de produtos plásticos, que consiste em um símbolo com três setas em sequência, identificando o tipo de plástico com o qual o produto foi fabricado, como é mostrado na Figura 3. Além disso, os diferentes plásticos podem ser separados uns dos outros através da diferença entre as suas propriedades físicas, como a tensão superficial, a solubilidade, características elétricas e a densidade (Mano e Bonelli, 1994). A diferença de densidade é o método mais comum de separação, no qual alguns tipos de plástico flutuam na água, enquanto outros afundam.

Existem alternativas de reciclagem de misturas de plásticos, porém elas exigem altos investimentos em equipamentos especiais, necessários para a obtenção de produtos com boa qualidade. Além disso, essas alternativas só permitem a fabricação de peças com espessuras relativamente grandes. No Brasil, já existem empresas empregando este processo

para a fabricação da chamada “madeira plástica”, usada na construção civil na forma de escoras, formas de concreto, tábuas e sarrafos, bancos de jardim, etc.

Figura 4: Sistema de codificação dos diferentes tipos de plásticos estabelecido pela norma NBR 13.230 da



ABNT. Fonte: CEMPRE, 1998b

#### 4.3.2.3 Reciclagem terciária

A reciclagem terciária é também chamada de reciclagem química. É a decomposição dos resíduos plásticos, através de processos químicos ou térmicos, 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 (PLASTIVIDA/ABIQUIM, 1997, Bonelli *apud* Hiwatashi, 1999, Pinto, 1995).

Existem poucas plantas de reciclagem química em operação no mundo e a maior parte se concentra na Alemanha (Sammarco e Delfini, 1999).

#### **4.3.2.4 Reciclagem quaternária**

A reciclagem quaternária é a reciclagem energética, ou seja, a destruição do resíduo plástico por combustão, para obter energia térmica (Mano e Bonelli, 1995). A reciclagem quaternária difere da incineração pela primeira utilizar os resíduos plásticos como combustível na geração de energia elétrica, enquanto a segunda não reaproveita a energia dos materiais (PLASTIVIDA/ABIQUIM, 1997).

*“Deve ser levado em conta que o valor energético dos plásticos é equivalente ao de um óleo combustível (37,7 MJ/kg) e por esta razão, podem-se constituir em valiosa fonte energética se não houver possibilidade de serem reciclados por uma das alternativas anteriores. Como ilustração, as 700 toneladas de plástico por dia de lixo na cidade de São Paulo equivalem a cerca de 5000 barris de petróleo, o que representa 0,3% do consumo do país” (Pinto, 1995, p.185).*

Huang (1995) considera como dificuldades para implantar esta alternativa de reciclagem de plásticos, o alto custo de uma planta, os altos custos de coleta e triagem dos resíduos plásticos, a possibilidade de produzir grande poluição da água e do ar, barreiras políticas e a sua aplicação somente em grande escala. Segundo Calderoni (1997), a queima do plástico produz gases tóxicos, como o caso do PVC, que libera cloro, podendo produzir ácido clorídrico e dioxinas, que são fortemente tóxicos e cancerígenos. Na Europa, Estados Unidos e Japão, é bastante utilizada a injeção de resíduos plásticos como combustível em altos fornos de siderurgia, reduzindo de 70 a 90% a massa de material a ser descartado (Sammarco e Delfini, 1999). Tecnologias limpas para a recuperação energética já existem, porém seus custos são muito altos. Este tipo de reciclagem de plásticos é proibida pela legislação do Rio Grande do Sul, pelo mesmo motivo exposto no item 3.3 sobre incineração de resíduos sólidos.

#### **4.3.3 A reciclagem mecânica do resíduo plástico**

Na reciclagem mecânica, os resíduos plásticos são moídos e fragmentados em pequenas partes e passam por uma etapa de lavagem com água para a retirada de impurezas. Geralmente a moagem é realizada com a lavagem em um moinho lavador. Água passa por

dentro do moinho, arrastando o material para um tanque de lavagem. O material lavado é levado para uma centrífuga, onde o excesso de umidade é retirado.

No caso do material ser composto de filmes flexíveis, primeiramente é compactado em um aglutinador, para reduzir o volume que será enviado para a etapa seguinte, a extrusão. O aglutinador é um equipamento constituído de facas que trabalham em alta rotação. O atrito do plástico contra a parede do equipamento rotativo provoca elevação da temperatura, levando à formação de uma massa plástica. Quando o plástico atinge esta forma, joga-se água no equipamento com objetivo de dar um choque térmico no material, fazendo com que ele encolha, se retraia. A água toda é evaporada. O aglutinador retira toda a umidade do plástico e o torna mais pesado para que ele possa escoar no funil da extrusora.

A extrusora funde o plástico aglutinado ou moído e o torna homogêneo. Neste equipamento, o plástico passa por uma matriz para ter uma forma final e é resfriado. Cada matriz dá a forma final ao produto que se deseja obter. Uma extrusora consiste em um cilindro em cujo interior gira um parafuso de arquimedes (uma rosca sem fim), que promove o transporte do plástico. O material é progressivamente aquecido, plastificado, homogeneizado e comprimido, sendo forçado através do orifício de uma matriz montada no cabeçote existente na extremidade do cilindro. O perfil contínuo que sai da matriz (uma espécie de espaguete de plástico) é resfriado em um banho com água para ser, então, picotado, para a obtenção de *pellets* (grãos plásticos) (Wiebeck, 1997, PLASTIVIDA/ABIQUIM, 1997, CEMPRE, 1998b).

Uma recicladora pode produzir *flakes* para utilização como matéria-prima em uma transformadora. Os *flakes* são produzidos somente através da alimentação de artigos de plásticos em um moinho onde são picados em pequenos pedaços uniformes, nos casos em que o material não esteja contaminado. Os processos específicos desempenhados por uma recicladora dependem em grande parte da confiança na qualidade do resíduos plástico e aplicação para a qual o plástico reciclado será vendido ou usado (PLASTICS..., 1999).

A reciclagem de resíduos de PET apresenta diferenças em relação aos outros tipos de plásticos (PEAD, PEBD, PP, PVC e PS). Um exemplo de processo é descrito na revista Plástico Moderno (Furtado, 1999). Os resíduos de PET são classificados, separando os contaminantes maiores como pedras e tampas soltas através de uma peneira rotativa, onde ocorre também uma primeira lavagem. A seguir, os resíduos são separados de outros tipos de plásticos e também de metais ferrosos através de um detetor de metais, sendo depois moídos

com lavagem. O material vai para tanques de descontaminação onde ocorre a separação de tampas e rótulos e a adição de produtos químicos. Depois ele é moído, lavado novamente, secado, podendo ser utilizado na transformação (Furtado, 1999).

Os principais processos de transformação do plástico são:

- **Extrusão:** o processo é o já descrito anteriormente. O que muda é a matriz, que dá a forma ao produto que se deseja obter. Definido o produto, há vários tipos de extrusão. Por exemplo, para fazer bobinas plásticas, os equipamentos necessários são: extrusora com matriz circular ou plana e impressora, caso haja impressão em saquinhos. Se a opção for por tubos e mangueiras, o equipamento deve ter matriz adequada para cada diâmetro do tubo e sistema de calibração e puxamento (CEMPRE, 1998b);

- **Sopro:** processo usado para obter artigos com volume interno, como garrafas, frascos e embalagem para materiais de limpeza. A resina é fundida e, por meio de uma matriz, toma forma de tubo. Ainda quente, é colocado dentro de um molde e expandido com sopro de ar comprimido. Cada peça a ser fabricada exige um molde específico. Em contato com o molde, o material resfria e endurece, permitindo a abertura da ferramenta e a retirada do artefato. Pode-se observar no frasco plástico uma linha contínua, em relevo, que percorre de cima para baixo toda a embalagem, resultante desse tipo de moldagem (CEMPRE, 1998b);

- **Injeção:** processo pelo qual a resina é fundida e transferida para um molde com o desenho que dará seu formato final. Uma composição moldável fundida é introduzida em um molde fechado, frio ou pouco aquecido, por intermédio de pressão fornecida por um êmbolo. O material preenche as cavidades do molde e o artefato é posteriormente extraído. Em geral, pode-se observar na base da peça plástica uma “cicatriz”, que é o ponto de injeção do material plástico dentro do molde (CEMPRE, 1998b). Este tipo de processo de transformação permite a confecção de utensílios plásticos em geral - bacias, tampas, caixas e peças de grandes dimensões.

Quando se mencionar o termo reciclagem neste trabalho, estará fazendo-se referência à reciclagem mecânica, por ser este o único tipo de reciclagem realizado, atualmente, no Rio Grande do Sul.



Segundo Sammarco e Delfini (1999), dados da Associação Brasileira de Recicladores de Plásticos (ABREMPLAST) indicam que no Brasil existem cerca de 300 instalações industriais deste tipo de reciclagem (mecânica), que faturam perto de R\$250 milhões por ano e geram até 20 mil empregos diretos. A maior parte das recicladoras é formada por pequenas empresas e é difícil obter o seu número exato, pois estão sempre mudando de lugar, abrindo e fechando.

#### **4.4 Aplicações do plástico pós-consumo reciclado**

Segundo o CEMPRE (1997a, 1997b), cerca de 15% dos plásticos rígidos (PET, PEAD, PVC, PP e PS são os mais comuns) e filme (a resina mais utilizada é o PEBD) são reciclados no Brasil, o que equivale a 200 mil toneladas por ano, sendo que deste total 60% provêm de resíduos industriais e 40% dos resíduos pós-consumo.

O principal mercado consumidor de plástico reciclado na forma de grânulos são as indústrias de artefatos plásticos, que utilizam o material na produção de baldes, cabides, garrafas de água sanitária, conduítes e acessórios para automóveis (CEMPRE, 1997b). Já os principais consumidores do plástico filme pós-consumo reciclado são as empresas que fabricam artefatos plásticos, como conduítes e sacos de lixo (CEMPRE, 1997a).

Atualmente, o maior mercado para o PET pós-consumo reciclado é a produção de fibras para fabricação de cordas (multifilamento), fios de costura (monofilamento) e cerdas de vassouras e escovas, sendo que outra parte é destinada à moldagem de autopeças, lâminas para termo-formadores e formadores a vácuo (manequins plásticos), garrafas de detergentes, mantas não-tecidas, carpetes e enchimentos de travesseiros (CEMPRE, 1997c). Em 1996, 21% da resina de PET produzida no Brasil foi reciclada, totalizando 22 mil toneladas.

Em São Paulo, o plástico reciclado produzido pelas recicladoras tem como destino a fabricação de utensílios domésticos, sacolas e sacos, peças e acessórios para veículos, materiais para construção, embalagens, brinquedos, peças plásticas, eletrodomésticos, sacolas, calçados, materiais escolares (PLASTIVIDA, 1999a). No entanto, no Brasil, o plástico reciclado não pode ser utilizado em contato com bebidas, remédios, alimentos, partes de brinquedos e material de uso hospitalar, uma vez que ele absorve compostos que podem vir a ser contaminantes quando em contato com outros materiais (Wiebeck, 1997, Sammarco e Delfini, 1999).

Para contornar este problema, os Estados Unidos utiliza o método da barreira funcional, que é aprovado pelo órgão de controle sanitário FDA (*Food and Drug Administration*), onde uma camada impede fisicamente a passagem de contaminantes. A barreira mais comumente utilizada é a folha de alumínio (Sammarco e Delfini, 1999a). O FDA também já permite o uso de camadas múltiplas de PET, com uma camada reciclada, em embalagens de alimentos e medicamentos (Aguilar e Phillip Jr., 1999).

Na Itália, a Fiat desenvolve o programa Fiat Automóveis Reciclagem (FARe), onde um milhão de veículos já foram reciclados e 4 mil toneladas de pára-choques plásticos foram transformados em 2 milhões de autopeças (Sammarco e Delfini, 1999). O FARE consiste em circuito, no qual os desmanches desmontam dos veículos os componentes a serem encaminhados para a reciclagem. Depois de uma primeira reciclagem, o plástico volta como componentes para automóveis (tubulações de ar do painel, caixas de filtro, etc.) e depois de uma segunda reciclagem, o plástico pode ser empregado como base para tapetes do veículo (Sammarco e Delfini, 1999). Isto é possível devido à parceria entre a Fiat e as empresas ligadas à comercialização de materiais usados.

As aplicações do plástico reciclado no Brasil ainda são simplórias (conduítes, mangueiras, sacos de lixo, cerdas e cordas). Mas já existe tecnologia para novas aplicações, que aumentarão o mercado do plástico reciclado: contentores (carrinhos) para rejeitos (usados no recolhimento de lixo doméstico nos Estados Unidos e na Europa), caixa e *pallets* feitos a partir de garrafas de PEAD recicladas, peças injetadas para armação de ferro de construção feitas de PEAD e PP e uma série de produtos australianos de PEAD rígido reciclado para geotecnia (protetores de solos que servem como base de pisos de cimento ou de grama) e para controle de enchentes (Furtado, 1996).

#### **4.5 Barreiras à reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo**

Segundo Pinto (1995), os problemas mais comuns para a reciclagem dos resíduos plásticos pós-consumo estão relacionados à implantação de um sistema de coleta seletiva e a processos para a adequada separação de materiais plásticos do lixo. Estes problemas são:

- a escassez de empresas interessadas em comprar o material separado;
- as grandes distâncias que, às vezes, separam o município do mercado comprador;

- a dificuldade em separar corretamente os diferentes tipos de plástico;
- a difícil tarefa em garantir um fornecimento contínuo de matéria-prima de boa qualidade aos compradores.

Segundo Sherman (1989), mesmo que o governo ajude a separar os vários tipos de plásticos, há uma outra barreira a ser ultrapassada: a criação de mercados para os plásticos reciclados. Os compradores estão incertos da pureza e disponibilidade das resinas e os vendedores potenciais não fazem os investimentos necessários a não ser que estejam confiantes de vendas suficientes.

Para Biddle (1993), existem três mitos correntes referentes à reciclagem, apresentados como barreiras a serem vencidas:

- produtos fabricados a partir de matéria-prima reciclada custam mais caro;
- produtos fabricados a partir de matéria-prima reciclada são de qualidade inferior e;
- Produtos fabricados a partir de matéria-prima reciclada não têm oferta suficiente.

Wiebeck (1997) apresenta como desvantagens da reciclagem pós-consumo problemas de contaminação e seleção de materiais. Deve haver uma lavagem cuidadosa dos resíduos após a etapa de moagem para prevenir danos à extrusora. Porém, como maiores problemas, o autor aponta a falta de fonte de suprimento regular e confiável de material para o processamento e a contaminação das águas de lavagem. Huang (1995) destaca como barreiras à reciclagem mecânica de resíduos plásticos a degradação do produto, a dificuldade da sua adoção para plásticos misturados, os altos custos de coleta e triagem, a ineficiência para as embalagens de alimento e que essa reciclagem não é uma alternativa de destinação final.

O CEMPRE (1997b) apresenta algumas limitações para a reciclagem dos plásticos rígidos. A variedade de plásticos é grande e a mistura de alguns tipos de resinas pode resultar em materiais defeituosos, de baixa qualidade, sem as especificações técnicas necessárias para retornar à produção como matéria-prima. Além disso, contaminantes presentes no plástico rígido pós-consumo, como gordura, restos orgânicos, alças metálicas, grampos e etiquetas, reduzem o preço de venda e exigem grande cuidado na lavagem antes do processamento. Devido a essas barreiras, o plástico reciclado normalmente não compõe embalagens que ficam

em contato direto com alimentos ou remédios, nem brinquedos e peças de segurança que exigem determinadas especificações técnicas.

Para a reciclagem do plástico filme, o CEMPRE (1997a) apresenta como limitações o fato de algumas películas misturarem duas ou mais resinas, podendo criar problemas na hora de seu reaproveitamento industrial, como trincas e perda mecânica. A mistura de resinas em uma película pode dificultar a separação e conseqüentemente, a reciclagem. Além disso, os plásticos filme apresentam diversidade de cores: a metade existente no mercado é pigmentada, enquanto a outra metade é branca. Para obter um maior valor de venda, os plásticos devem ser separados por cor ou pelo menos os impressos devem ser isolados dos não impressos. Assim como os plásticos rígidos, os plásticos filme pós-consumo apresentam contaminantes, devendo passar por processos de lavagem antes de ser encaminhados para a reciclagem. Entre 30 e 50% do filme utilizado é perdido no processo de produção, em função da contaminação com outros materiais.

Além de todas estas dificuldades, o plástico reciclado é o único material taxado pelo IPI (12%), ao contrário do papel, vidro, alumínio e demais insumos comumente reciclados. Na verdade o plástico reciclado está sendo taxado pela segunda vez, uma vez que o produto original já pagou antes de se tornar sucata (Furtado, 1996). Outro fato que não incentiva a reciclagem é que a resina virgem é taxada pelo IPI em 10%, percentual menor do que para a resina reciclada

#### **4.6 Oportunidades para a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo**

De acordo com Kotler e Armstrong, (1993), uma oportunidade é uma área de atração para ações que possibilita a obtenção de uma vantagem competitiva para uma empresa. Dentro de uma visão dinâmica, "... a competitividade deve ser entendida como a capacidade da empresa de formular e implementar estratégias concorrenciais, que lhe permitam conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado" (Coutinho e Ferraz, 1994, p.18). Para Porter (1990), a base fundamental do desempenho de uma empresa, dentro de seu ramo de negócios, é a vantagem competitiva que resume-se a dois tipos básicos: baixo custo ou diferenciação.

Ferraz *et al.* *apud* Lemos e Nascimento (1998) vislumbram que a questão ambiental oferece a oportunidade de se constituir em uma das bases de renovação da

competitividade das empresas brasileiras, dadas a capacitação produtiva e tecnológica existente no país. Porém, segundo os mesmos autores, é necessária a adoção de uma postura pró-ativa com relação ao meio ambiente por parte dos empresários, que poderá construir, a médio e longo prazo, vantagens competitivas de difícil superação pelos competidores.

Para Donaire (1995, p.50),

*“a globalização dos negócios, a internacionalização dos padrões de qualidade ambiental esperadas na ISO 14000, a conscientização crescente dos atuais consumidores e a disseminação da educação ambiental nas escolas permitem antever que a exigência futura que farão os futuros consumidores em relação à preservação do meio ambiente e à qualidade de vida deverão intensificar-se”.*

Essa mudança de cenário que vem ocorrendo, intensificando a importância das questões ambientais, vem criando a necessidade de mudança nas empresas para se adaptarem à nova realidade, procurando oportunidades para competir e serem bem sucedidas.

Para Porter e Linde (1995), as exigências ambientais podem gerar inovações, que por sua vez podem reduzir o custo total de um produto ou aumentar o seu valor. Donaire (1995) aponta como oportunidades, entre outras, a reciclagem de materiais, trazendo grande economia de recursos para as empresas; o reaproveitamento dos resíduos internamente ou sua venda para outras empresas através de Bolsas de Resíduos; o desenvolvimento de novos processos produtivos com a utilização da produção mais limpa, que trazem vantagens competitivas e até possibilitam a venda de patentes; e o desenvolvimento de novos produtos para um mercado cada vez maior de consumidores conscientizados com a questão ecológica.

Dentro deste contexto, a reciclagem de resíduos plásticos constitui uma oportunidade e com potencial de crescimento. Atualmente existe uma participação ainda muito pequena da reciclagem de plástico em relação ao potencial de mercado interno de plásticos no Brasil. A reciclagem mecânica tende a crescer significativamente devido à abundância de matéria-prima existente e às oportunidades dadas a esta atividade (CEMPRE, 1998b). Na Tabela 4 é apresentada a evolução da reciclagem mecânica no Brasil:

<b>ORIGEM</b>	<b>1991</b>	<b>1995</b>	<b>%</b>
Resíduos dos produtores	45	50	11,1
Resíduos dos transformadores	55	70	27,27
Resíduos sólidos urbanos	50	150	200,00
Total	150	270	80,00

Tabela 4: Evolução da reciclagem mecânica no Brasil (em 1000 t). Fonte: CEMPRE, 1998b

O RS, por sua vez, apresentou crescimento no consumo de matéria-prima plástica reciclada, conforme a Tabela 5.

	<b>1994 (t)</b>	<b>1997 (t)</b>	<b>Varição 97/94 (% a. a.)</b>
Matéria-prima reciclada	3240	15444	68,7%

Tabela 5: Evolução de consumo de matéria-prima reciclada no Rio Grande do Sul. Fonte: Pesquisa da América Consultoria e Projetos Internacionais e MaxiQuim Assessoria de Mercado (PROGRAMA RS..., S.d.)

No caso específico do PET, a demanda por matéria-prima reciclada desse tipo deverá aumentar consideravelmente. A Portaria nº 987 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, publicada em dezembro de 1998, regulamenta o uso de resina de PET reciclada a partir de garrafas pós-consumo e pós-industrial em embalagens multicamadas, destinadas ao acondicionamento de bebidas carbonatadas não alcólicas (Ferro, 1999). Neste tipo de embalagem, há duas camadas feitas de plástico virgem e uma camada intermediária feita de resíduo plástico reciclado, sendo que esta não entra em contato com a bebida. Ferro (1999) verifica que a oferta de *flakes* de PET é deficitária, mas que o aumento do interesse pela reciclagem de PET certamente elevará a disponibilidade deste material.

A geração de resíduos de PET também deverá crescer, tanto pelo esperado aumento do consumo de água mineral e de isotônicos no Brasil (as garrafas destas bebidas são feitas de PET, entre outras resinas), quanto pelo impacto da introdução deste plástico no engarrafamento de cerveja em larga escala, anunciado para breve (Borges, 1999).

A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo pode aumentar a competitividade de uma empresa através da redução de seus custos, uma vez que o material reciclado pode ser mais barato que o material virgem, ou então, por diferenciação, por se fazer um produto com um apelo ecológico, ou mesmo, por apresentar uma qualidade superior a outros produtos feitos de material virgem diferente do plástico. Segundo Biddle (1993), para produzir produtos reciclados de qualidade e preço equivalente aos produzidos com matéria-prima virgem, a indústria deve investir pesado em novas tecnologias. “O investimento em produtos reciclados também significa maior competição e forçará inevitavelmente o projeto de inovações e novas tecnologias que podem reduzir mais os custos de produção” (Biddle, 1993, p.156).

Para Sammarco e Delfini (1999), o material reciclado já pode ser visto como uma alternativa quando o assunto é redução de custos de produção. Em um artigo publicado pela revista *Plástico Industrial*, o engenheiro Liviu Bernard Schwarz, da ABREMPLAST, afirma que todo o transformador tem condições de utilizar de 20 a 30% de material reciclado em seus produtos, o que resulta em uma redução de custos observada no fim do processo. Segundo o engenheiro, a resina constitui 50% do custo de qualquer produto plástico e o material reciclado custa cerca de 80% do valor correspondente à resina virgem. Logo, a utilização do material reciclado assegura uma economia de 3 a 5% sobre o custo total da matéria-prima e, conseqüentemente, sobre o produto final (Sammarco e Delfini, 1999).

Nos Estados Unidos, há indícios que um grande número de consumidores já está procurando garantias de que os produtos que eles compram apresentam o menor impacto no ambiente possível: papéis reciclados, aparelhos com baixo consumo de energia, e assim por diante (Callenbach *et al.*, 1993). “Uma pesquisa Gallup de 1991 revelou que 90% dos americanos se consideram ambientalistas. A maioria dos consumidores afirma que a preocupação ambiental afeta a sua escolha pelo produto, mesmo se eles tiverem que pagar um preço maior” (Freeman *apud* McDaniel e Rylander, 1993, p.5). Cerca de dois terços dos consumidores americanos considerariam trocar de marca de pequenos aparelhos se sua marca preferida não estivesse embalada em materiais recicláveis ou reciclados.

Segundo Maimon *apud* Lemos e Nascimento (1998), uma pesquisa de mercado elaborada, também pelo Instituto Gallup, realizada com 22 países (ricos e pobres) indicou que 53% dos entrevistados estão dispostos a pagar um preço mais alto pela proteção do meio

ambiente, assim como 71% dos brasileiros entrevistados. Da mesma forma, pesquisa realizada pela Confederação Nacional das Indústrias (CNI), em maio de 1998, indicou que 68% dos brasileiros (de 2000 pessoas entrevistadas) estariam dispostos a pagar mais por um produto que não poluísse o ambiente (Ambiente Global, 1999). A correspondência entre o que as pessoas dizem e o que elas fazem pode ser discutível, mas a tendência para o *consumo verde* é inegável (Kinlaw, 1997).

No entanto, segundo Günther, Wiebeck e Piva (1999), o material plástico encontra resistências para a sua aceitação pelo mercado brasileiro, apesar do atual movimento ecológico. Em pesquisa realizada com 400 consumidores em Porto Alegre, entre janeiro e março de 1999, foi constatada uma forte resistência dos consumidores a pagar a mais por um produto ou embalagem que tenha material reciclado em sua composição. Para 90,2% da amostra, estes produtos não devem ser mais caros que os “tradicionais”, embora 85,5% dos respondentes tenham afirmado que as pessoas gostariam de comprar produtos ecológicos, que poluíssem menos, se tivessem esta oportunidade (Dinato *et al.*, 1999).

Para Bisio e Xanthos (1995) quatro políticas têm avançado para encorajar a reciclagem:

- taxas no uso do material virgem;
- programas de depósito-restituição, onde há uma taxa que incide sobre o preço final do produto, que é restituída quando o consumidor devolve o produto pós-consumo;
- subsídios para encorajar a produção de materiais reciclados;
- padronização de conteúdo de reciclado, ou seja, a legislação obrigando as empresas a utilizarem determinada porcentagem de material reciclado nos produtos.

Para estes autores, os estudos disponíveis indicam que as melhores políticas são a taxa dos materiais virgens e os programas de depósito-restituição porque encorajam a recuperação/ reciclagem e desencorajam o consumo. Há uma certa concordância que o subsídio é a pior alternativa porque reduzindo o preço do plástico reciclado, o consumo de todos os plásticos será incentivado. Além destes instrumentos, de acordo com Demajorovic (1995), têm sido utilizados também, a cobrança para disposição em aterros, onde o cálculo desse custo leva em consideração o peso, o tipo de material e a forma de tratamento necessária antes da sua disposição.



Nos países desenvolvidos, esses instrumentos para incentivar a reciclagem já vêm sendo utilizados e este fato pode sinalizar que no futuro algum tipo de instrumento seja implementado aqui, criando oportunidades para a reciclagem de plásticos.

#### **4.7 Experiências internacionais na reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo**

Segundo Furtado (1996), outros países têm uma política ambiental efetiva, que favorece a reciclagem. De acordo com o mesmo autor, os recicladores europeus, americanos e australianos são motivados a crescer e produzir sempre mais de 500 t/mês, em escala muito maior à dos nacionais. Além disso, tais recicladores adquirem a sucata bem melhor coletada e selecionada e são estimulados a desenvolver produtos e tecnologias. Aqui serão descritos alguns aspectos da reciclagem de plásticos pós-consumo nesses países, com ênfase na Europa, sempre tida como a mais organizada nesta questão. Dois modelos europeus de organização para a valorização de resíduos serão tratados com maior profundidade: o modelo alemão e o modelo francês. Este assunto é muito extenso e, por isso, optou-se por descrever como esses países tratam os resíduos de embalagens, encontradas em maior proporção no lixo urbano.

O Japão gera anualmente 9 milhões de toneladas de lixo plástico (Sammarco e Delfini, 1999), sendo o segundo maior transformador de plásticos no mundo, atrás somente dos Estados Unidos. Segundo Huang (1995), nesse país, 11% dos resíduos plásticos são reaproveitados através da reciclagem mecânica, que é predominantemente primária. A reciclagem secundária já foi tentada, mas abandonada, e não parece haver planos nesta área.

De acordo com Iijima (1996), a coleta e disposição dos resíduos plásticos municipais são de responsabilidade dos municípios, mas o Japão não possui uma legislação abrangendo a coleta e reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo. Embora cerca de 65% dos resíduos sólidos urbanos sejam incinerados, apenas 15% são incinerados com recuperação de energia (reciclagem quartenária). Há planos para que até o fim do século 21 se aumente a reciclagem energética para 70% e se reduza a necessidade de aterros para menos de 10% (atualmente 37% dos resíduos sólidos são aterrados) (Huang, 1995).

Nos Estado Unidos, a legislação exige uma porcentagem mínima de material reciclado nas embalagens, com um valor que varia de estado para estado (na Califórnia e no Oregon, o conteúdo de plástico reciclado exigido nas embalagens é de 25%). Propostas de emendas à legislação vigente incluem metas de porcentagem de reciclagem e estabelecimento

de conteúdo mínimo de material reciclado nas embalagens de acordo com o material (Lieseimer, 1996).

Os programas de coleta de resíduos domésticos de plástico nos EUA têm se concentrado quase que exclusivamente na reciclagem de garrafas feitas de PET e de PEAD, matérias-primas de aproximadamente 90% de todas as garrafas de plástico. A coleta tem sido feita, na sua maior parte nas ruas, via coleta seletiva, e uma pequena parte, em postos de entrega especiais. A reciclagem de PET atinge 42% da produção total desta resina no país. As outras resinas predominantes em embalagens como o PVC, PEBD, PS e PP são recicladas, mas a quantidade não se aproxima ao PET e ao PEAD (Lieseimer, 1996).

As empresas chinesas recebem milhares de toneladas de plástico reciclado em recicladoras alemãs e as transformam, entre outros produtos, em brinquedos baratos e tecidos sintéticos (de PET reciclado). Na Alemanha, a legislação exige que as empresas se responsabilizem pelo fim dos seus produtos, ou seja, o destino final (Furtado, 1996).

Segundo Joerg Woidasky, do Instituto Fraunhofer da Alemanha, a legislação alemã das embalagens é baseada no princípio do poluidor pagador (as empresas que poluem pagam taxas para garantir o tratamento da poluição), na responsabilidade da indústria no recolhimento das embalagens e na prevenção da geração de resíduos (Woidasky, 1999). Esta legislação estabeleceu cotas de coleta e reciclagem para os diversos materiais encontrados no lixo, sendo que para os plásticos a cota é de 64%. Para que as cotas de reciclagem fossem atingidas, foi criado o Duales System Deutschland AG (DSD, o Sistema Dual Alemão), uma organização sem fins lucrativos. As empresas pagam taxas ao DSD, responsável pela organização da coleta, seleção e reciclagem dos resíduos domésticos de embalagens. O termo dual se refere a um segundo sistema operado em paralelo à coleta e disposição municipal. Isto porque o Decreto da Reciclagem de Produto e Gerenciamento de Resíduos de 1994 transfere a responsabilidade para a reciclagem de resíduos à indústria, enquanto os municípios são responsáveis pela incineração ou disposição em aterros dos resíduos que não são reciclados (DSD, 1999a).

As empresas pagam taxas ao DSD para ter o direito de usar o logotipo do ponto verde (*Green dot*) nas suas embalagens (o ponto verde identifica que a empresa é membro do DSD), garantindo que os resíduos gerados por ela serão coletados e reciclados. Tais taxas a serem pagas variam conforme o tipo e peso do material da embalagem; quanto maior a

dificuldade de reciclagem do material, maior a taxa (DSD, 1999b). As taxas são usadas para a coleta, separação, custos do sistema (70%) e para a reciclagem (30%). O DSD não realiza a coleta, triagem e reciclagem, mas, sim, organiza estas atividades, contratando terceiros para realizá-las. Dependendo do material, a indústria alemã tem organizações guarda-chuva adicionais para organizar estas atividades e as taxas pagas ao DSD são a elas repassadas (Woidasky, 1999). A DKR, Gesellschaft für Kunststoffrecycling GmbH (a Associação de Reciclagem de Plásticos), é responsável pela organização da reciclagem das embalagens plásticas (Bruder, 1996).

Os resíduos dos diferentes tipos de materiais têm coleta diferenciada. As embalagens leves (de plástico, alumínio, etc.) são coletadas nas residências através dos sacos amarelos, distribuídos pelo DSD ou através dos containers, onde os consumidores podem depositar suas embalagens usadas. As embalagens de papel e papelão são coletadas nos pequenos containers das residências ou através dos grandes containers situados em locais convenientes (DSD, 1999a).

Os resíduos de embalagens leves (entre eles de plástico) coletados são separados por tipo em plantas de triagem pertencentes aos municípios ou a empresas privadas. A triagem é na sua maior parte mecânica; a seleção manual está sendo ultrapassada. Nesta etapa são utilizados separadores magnéticos para remover metais ferrosos, separadores por ar, por densidade, peneiras e sistemas eletrônicos de identificação de diferentes tipos de plástico. Em princípio, existem duas rotas para esses resíduos triados: a reciclagem mecânica e a química. A legislação prevê, atualmente, que 60% das embalagens plásticas coletadas devem ser encaminhadas para a reciclagem mecânica, e os outros 40% devem ser enviados para a reciclagem química ou energética (DSD, 1999b).

Segundo Woidasky (1999), o DSD apresenta alguns aspectos negativos como a ausência ainda de condições técnicas para atingir as cotas de reciclagem exigidas pela legislação, os custos elevados do sistema e a ausência de uma grande demanda pelos produtos feitos a partir de material reciclado. Para Kamps (1999), o ideal, do ponto de vista econômico, seria que as embalagens plásticas, com peso maior que 10 gramas (frascos, recipientes, garrafas, tampas, etc.), fossem enviadas para a reciclagem mecânica, o que corresponderia a 37% das embalagens plásticas produzidas, e as com menos de 10 gramas (sacolas, filmes,

sacos, etc.) fossem enviadas para a reciclagem química ou energética, o que corresponderia a 63%.

A França também usa o ponto verde, adotado pela Alemanha. Nesse país, segundo o Decreto da Embalagem, os fabricantes de embalagens têm três alternativas: implantar um sistema de retorno das embalagens, recuperar os produtos ou se unir a uma organização autorizada que realize as suas obrigações (alternativa mais adotada). Por isso, a Eco-Emballages, uma organização autorizada pelo governo, foi criada em 1993, com o objetivo de valorizar 75% dos resíduos domésticos de embalagens até o ano 2002, fornecendo apoio financeiro às autoridades locais para compensar os custos extras originados da implantação de coleta seletiva (Serret, 1998).

A Eco-Emballages, através de taxas de adesão da indústria, contribui financeiramente para implantação de programas de coleta seletiva, garantindo um preço adequado para o material reciclado e material de apoio para informar a população sobre a coleta seletiva (seleção e classificação). Essa contribuição é via contratos de seis anos e os municípios subsidiados, que são responsáveis pela eliminação dos resíduos, devem desenvolver sistemas para a coleta e triagem das embalagens para a reciclagem. Os municípios também podem receber apoio financeiro da Agência para o Meio Ambiente e Controle de Energia, a ADEME, caso se comprometam a alcançar um mínimo de 15% de reciclagem para três materiais diferentes (Serret, 1998, EDV Packaging, 1999).

A legislação francesa de resíduos prevê o fim dos tradicionais aterros no ano 2002, exceto para os resíduos últimos, ou seja, o material que não pode mais ser tratado pelas condições técnicas e econômicas presentes (Oppeneau, 1999). Por isso, o custo para dispor resíduos em aterros vem aumentando, variando de 90 FF/t nos anos 80 até os atuais 200FF/ t, o que, de acordo com algumas estimativas deve chegar a 400 FF/t no ano 2002 (Serret, 1998).

A França é o país europeu com maior número de unidades de incineração, com aproximadamente 300 unidades. Um estudo conduzido pela ADEME mostra que a incineração será a técnica mais desenvolvida no futuro, tratando aproximadamente 60% dos resíduos domésticos até o ano 2002 (Serret, 1998). Segundo Serret (1998), a tendência na França é a incineração dos resíduos sólidos com a recuperação de energia, ou seja, a reciclagem energética. A legislação francesa, ao contrário da alemã, não prevê uma hierarquia

envolvendo prevenção de resíduos, reciclagem mecânica e química, reciclagem energética e disposição em aterros.

A indústria da embalagem consome 40% do total de plástico consumido na França e o plástico constitui 26% das embalagens. A reciclagem de embalagens plásticas é um dos maiores desafios do sistema de reciclagem francês. Em 1995, o plástico representou apenas 3% das 420 mil toneladas de materiais reciclados. Para a reciclagem das embalagens, a Eco-Emballages tem acordos com diversos atores, que se tornaram seus parceiros oficiais. A Valorplast é a organização parceira para a reciclagem dos resíduos domésticos de embalagens plásticas (Serret, 1998). A Valorplast, por sua vez, tem acordos com autoridades locais e centros de triagem para recolher as embalagens plásticas usadas e para fornecer assistência técnica para alcançar uma seleção eficiente e assim atingir as metas de reciclagem (CSEMP, 1998).

Existem três organizações responsáveis pela recuperação de embalagens plásticas, estabelecidas por fabricantes de embalagens plásticas em conjunto com fabricantes de plásticos, visando o tratamento adequado das embalagens, respeitando suas características específicas: Ecofut, que organiza o reaproveitamento de embalagens industriais de plástico rígido (embalagens de PEAD e PP), ajudando na definição do melhor processo de reaproveitamento (recondicionamento, reciclagem mecânica ou energética, etc.), através de estabelecimentos autorizados pela prefeitura; Eco PSE, que fornece orientação e apoio em resposta às solicitações de informação sobre a reciclagem das embalagens de poliestireno expandido e; Recyfilm, que ajuda na reciclagem de todos os tipos de embalagens de filme e sacolas plásticas, sem importar o tipo (como o PE, o PVC e o PS) (CSEMP, 1998). As empresas de seleção, reciclagem e comercialização, RECY PVC, para o PVC, RECY PET, para o PET e RECY PEHD, para o PEAD, apoiadas tecnologicamente pela Valorplast, produzem *pellets* ou granulados, que são utilizados como matérias-primas na indústria de transformação (COPELUL, 1998).

Os outros países europeus adotam modelos parecidos com os aqui descritos. Em comum, todos têm uma política para a reciclagem dos seus resíduos, principalmente das embalagens. A seguir, são feitas algumas considerações finais.

## **4.8 Considerações finais**

A partir de tudo o que foi exposto nos capítulos 3 e 4, foi possível conhecer melhor a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo, definir o método empregado na pesquisa, estudo de casos que será detalhado no capítulo a seguir, e elaborar os roteiros das entrevistas realizadas. As informações aqui relatadas auxiliarão a análise dos resultados apresentada no capítulo 7.

## 5 MÉTODO DE PESQUISA

Para atingir o objetivo geral e os objetivos específicos propostos neste trabalho, o método utilizado foi o estudo de casos de empresas recicladoras de resíduos plásticos pós-consumo no Rio Grande do Sul e de empresas transformadoras que utilizam como matéria-prima plástico pós-consumo reciclado no Estado. Procurou-se abranger nesta pesquisa os elos da cadeia petroquímica, delimitados pela área tracejada na Figura 5. Por recicladora, entende-se a empresa que converte a sucata plástica em matéria-prima e, por transformadora, a empresa que transforma a matéria-prima reciclada em um novo produto. São chamadas recicladora/transformadora, neste trabalho, as empresas que realizam a reciclagem e a transformação do resíduo reciclado.

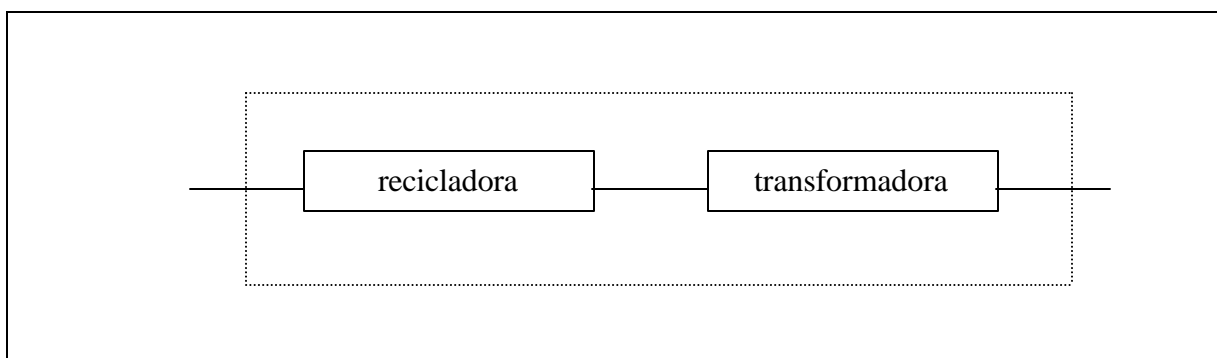


Figura 5: Elos da cadeia petroquímica estudados

Segundo Yin (1994), o estudo de caso deve ser utilizado quando o problema de pesquisa for do tipo “como” e “por quê” , quando não for necessário o controle do pesquisador sobre o comportamento dos eventos e quando são focados eventos contemporâneos, como ocorre no presente trabalho.

Primeiramente foram identificados os plásticos mais consumidos no Brasil (PEBD, PEAD, PP, PVC, PS e PET) e que são reciclados no RS. Estes dados foram obtidos através de pesquisa realizada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em parceria com a Companhia Petroquímica do Sul (Copesul) no projeto denominado

“Gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos com empresas recicladoras e/ou transformadoras de resíduos pós-consumo”. Nesta pesquisa, inicialmente foi montado um cadastro de empresas recicladoras e transformadoras de material reciclado a partir de dados do Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE)<sup>1</sup>, do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) de Porto Alegre e do Guia do Plástico 96/97<sup>2</sup>. Posteriormente, foi realizado um contato por telefone para verificar se a origem do resíduo trabalhado era pós-consumo e, no caso do plástico, quais os tipos reciclados e/ou transformados.

Algumas dificuldades foram encontradas para a identificação das empresas para a pesquisa. Constatou-se que um número expressivo de empresas que faziam parte dos cadastros consultados não existiam mais. Algumas empresas recusaram-se a fazer a entrevista para a pesquisa da UFRGS/Copesul e outras apresentaram uma desconfiança muito grande. O que leva a supor que muitas das empresas atuam na informalidade, ou seja, não estão legalizadas.

A coleta de dados para a pesquisa UFRGS/Copesul foi feita através de entrevistas com proprietários ou gerentes de empresas recicladoras de vários tipos de materiais no RS. Os questionários abordaram questões sobre tipo e quantidade de material reciclado, fornecedores dos resíduos, preço da matéria-prima (resíduo), processo, comercialização do material reciclado, principais clientes, dificuldades e benefícios obtidos. As entrevistas permitiram também a identificação de mais empresas recicladoras e transformadoras processadoras de material plástico pós-consumo, alimentando o cadastro de empresas a serem pesquisadas.

O trabalho de identificação das empresas recicladoras de plásticos pós-consumo e transformadoras no Estado foi realizado pela autora desta dissertação na pesquisa acima citada. De posse desses dados, foram selecionados os casos para análise em profundidade nesta dissertação.

---

<sup>1</sup> O CEMPRE é uma associação mantida por empresas privadas de diversos setores dedicada à promoção da reciclagem dentro do conceito de gerenciamento integrado do lixo.

<sup>2</sup> O Guia do Plástico 96/97 é uma publicação do Sindicato das Indústrias de Material Plástico no Rio Grande do Sul (SIMPERGS) e do Sindicato das Indústrias de Material Plástico do Nordeste Gaúcho (SIMPLAS).



## 5.1 Seleção dos Casos

As empresas foram selecionadas por conveniência, com o cuidado de ser selecionada pelo menos uma recicladora e uma transformadora de cada tipo de plástico pós-consumo reciclado no Estado. Como existiam empresas que reciclam mais de um dos tipos de plástico citados anteriormente, também por conveniência, essas foram selecionadas para o estudo. Aquelas que compõem o estudo localizam-se na Grande Porto Alegre e na região do Vale dos Sinos. Foram priorizadas as empresas que reciclam mais de um dos tipos de plásticos citados, aumentando assim o número de recicladoras para cada tipo de plástico. No caso do PEBD, foram obtidos dados de quatro empresas recicladoras.

Além disso, verificou-se a existência de empresas que atuavam tanto como recicladoras como transformadoras. Não foi possível pesquisar uma recicladora e uma transformadora do PVC isoladamente. Por isso foi selecionado, como caso, uma empresa que desempenha as duas etapas. Uma das empresas recicladoras não estava legalizada na época da entrevista e, por tal motivo, neste trabalho, será identificada apenas como Empresa X. As empresas investigadas estão relacionadas no Quadro 3.

O Quadro 4 indica os tipos de plástico com que as empresas selecionadas trabalham e a qual dos elos da cadeia elas pertencem. A empresa Odim, além da reciclagem de alguns tipos de plástico, compra fios de PET já reciclados e utiliza-os como cerdas das vassouras que produz. A empresa Bettanin faz a reciclagem de resíduos de PP, mas, por serem de origem pós-industrial, não foi incluída nos casos em estudo.

<b>EMPRESA</b>	<b>ATIVIDADE(S) REALIZADA(S)</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS</b>
Recicladora Dois Irmãos (RDI)	reciclagem	Dois Irmãos	13
Plastisul	reciclagem e transformação	Sapucaia do Sul	220
Plásticos Scórpio	transformação	Novo Hamburgo	19
Odim	reciclagem e transformação	São Sebastião do Caí	50
Alplast	reciclagem e transformação	Alvorada	23
Empresa X	reciclagem	Cachoeirinha	5
Sequal	reciclagem	Charqueadas	7
Bettanin	reciclagem e transformação	Esteio	1000

Quadro 3:Empresas selecionadas para a pesquisa

<b>RESINA</b>	<b>RECICLADORA</b>	<b>TRANSFORMADORA</b>
<b>PEAD</b>	RDI, Empresa X, Alplast	Scórpio, Odim, Alplast
<b>PEBD</b>	RDI, Empresa X, Alplast, Plastisul	Alplast, Plastisul, Odim
<b>PP</b>	RDI, Empresa X, Odim	Odim, Scórpio, Bettanin
<b>PS</b>	RDI, Empresa X	Scórpio
<b>PVC</b>	Alplast	Alplast
<b>PET</b>	Sequal, Bettanin	Bettanin

Quadro 4: As empresas selecionadas para a pesquisa e o elo da cadeia petroquímica a qual pertencem

## 5.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi feita através de observação direta do processo de reciclagem com o auxílio de entrevistas semi-estruturadas, com roteiros distintos para as empresas recicladoras, as transformadoras e as recicladoras/transformadoras. Estes três tipos de empresas possuem características diferentes (fornecedores, processo, produto final e clientes) e por isso tiveram roteiros distintos. Os roteiros para as empresas recicladoras, transformadoras e recicladoras/transformadoras encontram-se nos Anexo I, II e III respectivamente. As questões das entrevistas (com duração variando entre uma hora e uma hora e meia) abordaram os seguintes tópicos: aspectos gerais, fornecedores, aspectos tecnológicos, oportunidades e barreiras e tendências.

Foram entrevistados, nas empresas, os seus proprietários ou os gerentes conforme é demonstrado no Quadro 5. Cabe ressaltar que não foi possível a observação direta do processo em todas as empresas. A empresa Sequal não tem o costume de permitir a visitação de pessoas de fora. A empresa Plastisul só permitiu, pelo mesmo motivo, uma visita rápida pela área de reciclagem e produção de lonas plásticas.

<b>EMPRESA</b>	<b>CARGO DO ENTREVISTADO</b>	<b>DATA DA ENTREVISTA</b>
Recicladora Dois Irmãos (RDI)	Sócio-proprietário	01/07/1999
Plastisul	Gerente Industrial	06/07/1999
Plásticos Scórpio.	Gerente Administrativa	07/07/1999
Odim	Gerente de Compras e Produção	15/07/1999
Alplast	Gerentes (2)	22/07/1999
Empresa X	Proprietária	28/07/1999
Sequal	Sócio-proprietário	24/08/1999
Bettanin	Supervisor de Produção	17/11/1999

Quadro 5: Cargo dos entrevistados nas empresas selecionadas para o estudo de casos e a data das entrevistas

Além das entrevistas com as empresas, também foram utilizados como fontes secundárias os dados de duas entidades empresariais com interesse na reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo: o Instituto do PVC e a Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens de PET (ABEPET). Foram também identificadas as suas percepções sobre a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo. O levantamento ocorreu através do envio de um pequeno questionário por correio eletrônico, conforme Anexos IV e V, para as pessoas listadas no Quadro 6.

<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>CARGO DO RESPONDENTE DO QUESTIONÁRIO</b>
Instituto do PVC	Assessor técnico
Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens de PET (ABEPET)	Diretor executivo

Quadro 6: Cargo dos respondentes dos questionários enviados às entidades empresariais

Foram enviados questionários para mais duas entidades com interesse na reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo, mas não se obteve resposta. Os questionários foram enviados primeiramente via correio eletrônico e, depois, por fax. As entidades receberam os questionários mas não os responderam.

As entrevistas realizadas com as empresas foram gravadas e posteriormente transcritas, relatadas e analisadas pelo confronto com a literatura. Foram também confrontadas as informações fornecidas pelas empresas recicladoras com as transformadoras e com as informações fornecidos pelas entidades empresariais, de forma a responder os objetivos do Capítulo 2. Os casos foram primeiramente relatados, no Capítulo 6, e depois analisados globalmente no Capítulo 7. As conclusões e sugestões são apresentadas também no Capítulo 7, assim como as limitações apresentadas pela presente pesquisa.

## **6 RESULTADOS**

### **6.1 As percepções de entidades empresariais**

Para auxiliar na busca das respostas para os objetivos propostos no Capítulo 2 foram consultadas duas entidades empresariais com interesse na reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo: o Instituto do PVC e a Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens PET. Estas duas entidades forneceram informações sobre a realidade nacional da reciclagem de plásticos e revelaram suas percepções sobre o tema.

#### **6.1.1 As percepções do Instituto do PVC**

O Instituto do PVC, fundado em 1997, representa a união de todos os segmentos da cadeia produtiva do PVC no Brasil: fabricantes de matérias-primas e insumos, produtores de resinas, aditivos, fabricantes de equipamentos, transformadores, recicladores e distribuidores, contando com 45 empresas sócias. O Instituto tem como missão representar os interesses dos seus associados – sem perda do direito da individualidade de cada um – junto ao mercado, comunidade, governo, instituições e entidades nacionais e internacionais, promovendo o desenvolvimento da indústria do PVC, adotando sempre posturas éticas e de respeito ao meio ambiente e ao bem-estar da sociedade brasileira.

Segundo o Instituto do PVC, a matéria-prima reciclada pode ter um preço até 30% menor que a matéria-prima virgem sem perder a qualidade. Como dificuldades para a utilização de matéria-prima plástico pós-consumo são apontados os fornecedores e a qualidade e a homogeneidade dos resíduos. Os fornecedores das recicladoras de PVC geralmente são sucateiros (intermediários), que oneram a reciclagem. O ideal seria adquirir os resíduos de entidades que tenham um programa de coleta seletiva eficiente. Além disso, muitas vezes a recicladora compra resíduo de PVC contaminado, misturado com outros tipos de plásticos, e às vezes até com outros materiais, como latas. Esse material geralmente precisa ser lavado devido contaminação por material orgânico.

Segundo o Instituto do PVC, qualquer produto pode ser feito de PVC reciclado, exceto embalagens que entrem em contato com alimentos ou fluidos médicos (sangue, soro, etc.) e remédios, produtos médico-hospitalares e tubos e conexões para transporte de água potável. Isto porque nem sempre se conhece a origem do material pós-consumo, que pode conter contaminações, caso não tenha sido feita uma lavagem eficiente, violando as especificações técnicas necessárias.

Como limitação no processo de transformação, há o problema da pigmentação do produto. Geralmente não é possível obter cores claras, sendo geralmente obtida a preta, e algumas vezes o marrom e o cinza. Só é possível obter produtos com cores claras e/ou cristal (transparente) caso a matéria-prima seja cristal ou utilize como processo produtivo a coextrusão, com a camada colorida feita de material virgem. A coextrusão é feita simultaneamente com duas extrusoras, na qual se pode utilizar produto virgem em uma e produto reciclado na outra, unindo-os na matriz. Obtém-se, assim, um produto final constituído de duas camadas de PVC, uma virgem e outra reciclada.

O Instituto do PVC não realizou e nem tem conhecimento de nenhuma pesquisa sobre a aceitação dos consumidores brasileiros em relação a produtos feitos de plástico reciclado. Mas o PVC reciclado é utilizado no Brasil praticamente desde o início da produção da resina virgem no país. Em outros países, devido a uma maior conscientização ambiental e também à legislação vigente, os produtos reciclados têm preços até mais altos que os produtos similares feitos de materiais virgens. Segundo o Instituto, nesses países, as pessoas se dispõem a pagar mais devido ao apelo ecológico do material reciclado.

No Brasil, porém, a consciência ecológica ainda não atingiu o nível dos Estados Unidos e da Europa, mas está crescendo. Ainda existe preconceito em relação aos materiais reciclados, devido ao entendimento de que possam apresentar desempenho inferior ao dos produtos virgens. A maior limitação é a coloração do produto, já comentada aqui.

As ações sugeridas pelo Instituto do PVC para as recicladoras e outros atores envolvidos na reciclagem são: buscar garantir uma fonte eficiente de matéria-prima, que supra as necessidades da empresa; planejar bem a retirada do material, como por exemplo, comprando plástico enfardado em locais próximo à recicladora, reduzindo o custo do transporte; dispor de espaço físico para armazenar o material enquanto não é processado, bem como o produto transformado ou o granulado de plástico reciclado; tratar os resíduos gerados

pelo processo de reciclagem, com aprovação do projeto no órgão ambiental competente; treinar funcionários ou contratar mão de obra especializada.

### **6.1.2 As percepções da Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens de PET (ABEPET)**

A Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens de PET (ABEPET) é a entidade empresarial que reúne as empresas da cadeia produtiva do setor de PET do Brasil: fabricantes da resina PET, empresas transformadoras de PET, recicladores e fabricantes de insumos e equipamentos para a transformação do PET. Foi fundada em 1995 e tem por objetivos promover a utilização e reciclagem das embalagens de PET, incentivar o desenvolvimento tecnológico e divulgar as ações do setor. A sua principal atuação é o estímulo à coleta seletiva.

Segundo a ABEPET, as principais aplicações do resíduo de PET reciclado são fios têxteis para carpetes, tapetes e tecidos em geral. Além disso, são produzidos também a partir de PET reciclado, cordas, cintas de arquear, enchimentos para travesseiros e edredons, vassouras e centenas de pequenos produtos injetados. O PET é 100% reciclável e a embalagem contaminada pode ser utilizada na reciclagem energética, pois este material tem um elevado teor calorífico.

O benefício proporcionado pela reciclagem de PET apontado pela ABEPET é a possibilidade de uma matéria-prima de baixo de custo. A recicladoras adquirem as garrafas PET pós-consumo limpas pelo preço de até R\$300,00 a tonelada de acordo com a Associação. A reciclagem permite a minimização dos aterros sanitários e também o desenvolvimento de atividades econômicas, gerando emprego para pessoas com baixa qualificação nas recicladoras e, indiretamente, na coleta deste material.

Como dificuldade, a ABEPET cita unicamente a falta de garrafas de PET para a reciclagem, devido à falta de informação da população, que desconhece o seu valor econômico e a importância da separação deste tipo de resíduo para o meio ambiente. Além disso, no Brasil são poucas as prefeituras que possuem coleta seletiva. Tudo isso faz com que, segundo a ABEPET, atualmente as recicladoras operem com 50% de ociosidade, comprando garrafas pós-consumo até de Buenos Aires, Argentina. Ou seja, enquanto muitas prefeituras

estão colocando garrafas de PET nos lixões e aterros, as recicladoras estão importando este material para reciclá-lo.

Segundo a ABEPET a população desconhece que os produtos feitos de plásticos podem ser reciclados e não valoriza os produtos fabricados a partir de material reciclado. A associação menciona também que geralmente não há nenhuma indicação nos produtos que são feitos de material reciclado.

A ABEPET faz algumas sugestões para aumentar a reciclagem de plásticos pós-consumo. Uma mudança na legislação tributária é urgente, pois enquanto o produto fabricado a partir de resina virgem é tributado pelo IPI em 10%, o produto feito a partir de plástico reciclado é tributado em 12%, desestimulando assim a reciclagem do PET. Além disso, a Associação sugere também que: a sociedade se organize em cooperativas, nas escolas ou em entidades sociais para a coleta do material reciclável; a indústria continue comprando o material coletado e processando-o e; as prefeituras valorizem o trabalho da coleta, organizando e estimulando a coleta seletiva.

A ABEPET vê oportunidades na área de reciclagem de PET, pois em 1997 o Brasil reciclou 33 mil toneladas, em 1998, 40 mil e em 1999 deve passar das 50 mil toneladas. Como tal quantidade representa 17,85% do material produzido, há ainda muito espaço para o crescimento desta atividade.

## **6.2 Estudo de casos**

Para responder os objetivos propostos no Capítulo 2, foram estudadas oito empresas recicladoras, transformadoras e recicladoras/transformadoras de resíduos plásticos pós-consumo de PEBD, PEAD, PP, PVC, PS e PET. A descrição dos casos é feita a seguir e análise dos casos no Capítulo 7.

### **6.2.1 Recicladora Dois Irmãos (RDI)**

A Recicladora Dois Irmãos (RDI), localizada na cidade de Dois Irmãos, é uma usina de triagem que recebe todo o lixo (não somente resíduos de plástico) proveniente da coleta seletiva da cidade. Todos os materiais recebidos são classificados por tipo, enfardados e vendidos, com exceção do plástico, que é também reciclado pela empresa. A empresa iniciou suas atividades em novembro de 1994 e tem um acordo com a prefeitura, que forneceu os



equipamentos. A prefeitura de Dois Irmãos faz a coleta seletiva dos resíduos na cidade e entrega-os à RDI como parte do tratamento do lixo da cidade; a empresa não compra a sucata. A prefeitura paga a manutenção de equipamentos, a energia elétrica e a água. A renda dos 13 funcionários da RDI tem como origem a comercialização dos resíduos separados e enfardados e do plástico reciclado.

Todos os resíduos recebidos pela RDI vêm da coleta seletiva. A parte central da cidade de Dois Irmãos e os bairros mais próximos e mais populosos têm coleta seletiva diária e os mais distantes de dois em dois dias. A usina se localiza ao lado do aterro sanitário da cidade. O lixo comum (orgânico) da cidade de Dois Irmãos é descarregado no aterro e os funcionários da empresa fazem também uma triagem da porção de lixo reciclável que ainda não é separada pela população, através da catação no solo.

A RDI recicla PEBD e PEAD (cerca de 4 t/mês cada um destes tipos), PP (cerca de 1,5 t/mês) e PS (1 t/mês), conforme o Quadro 7. O PVC (cerca de 600 kg/mês) e o PET (uma média de 4,5 t/mês) não são reciclados; são separados, enfardados e vendidos para empresas recicladoras. Em 1998, a empresa comercializou 140.303 kg de plástico (todos os tipos juntos).

Os resíduos de plástico reciclados são principalmente garrafas de PEAD, PEBD e PP, copos descartáveis, bandejas e caixas de ovos de PS. A sazonalidade influencia na geração dos resíduos. Durante o inverno, verifica-se um grande aumento de material orgânico. Já, no verão, aumenta muito a quantidade de embalagens e diminui o peso do lixo.

<b>Matéria-prima (resíduo)</b>	<b>Quantidade reciclada (t/mês)</b>	<b>Operações realizadas</b>	<b>Forma de venda do material reciclado</b>	<b>Valor de venda (R\$/kg)</b>
PEBD	4	• triagem	aglutinado	0,50
PEAD	4	• moagem • lavagem	• moído	0,35
			• aglutinado	0,50
PP	1,5	• secagem	aglutinado	0,50
PS	1	• aglutinação	moído	0,40

Quadro 7: A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo na RDI

Na empresa há uma plataforma, onde o caminhão da coleta seletiva descarrega o lixo seco em uma esteira. A carga de lixo seco da área central e dos bairros da cidade próximos chega pela manhã e a dos bairros distantes, pela tarde. Na esteira, o lixo é triado pelos funcionários. Antes, na plataforma, é feita uma triagem grosseira, onde são tirados manualmente volumes maiores de papelão, jornais e garrafas de PET de 2 litros. O que não é separado na plataforma é triado na esteira: plásticos, papéis (estes dois são classificados também por tipo), latas, metais ferrosos e não ferrosos, vidros.

Os papéis e o isopor, depois de classificados, são prensados. Dos plásticos, o PET e o PVC são prensados, enfardados e vendidos: o PET para a empresa recicladora Unnafibras de São Paulo; o PVC flexível para empresas recicladoras produtoras de solados de calçados da região; o PVC rígido é vendido para Santa Catarina, utilizado para a fabricação de peças para automóveis. Os demais plásticos, PEAD, PEBD, PP e PS, também são enfardados na esteira, pois isso facilita o seu armazenamento. Depois, os fardos são abertos e o plástico passa pelo processo de reciclagem.

A RDI realiza as seguintes etapas da reciclagem: moagem, lavagem, centrifugação e aglutinação. No galpão há um moinho lavador, uma centrífuga e um aglutinador. Do moinho lavador, o plástico moído vai para um tanque com água onde flutua, uma vez que é menos denso que a água, e é retirado com uma espécie de um “garfo”. O plástico moído é deixado ao ar livre para que escorra o excesso de água e depois é levado manualmente para a centrífuga. Da centrífuga, o plástico não sai completamente seco. A RDI mistura com esse plástico, outro plástico já bem limpo e seco (principalmente sacos transparentes), para acelerar a remoção da umidade dentro do aglutinador e, assim, aglutinar o material com maior rapidez.

A extrusão não é realizada pela RDI. A moagem já é feita na granulometria desejada pela empresa que vai transformar o plástico. A aglutinação só é feita para o plástico flexível. Sacolas de supermercado não são recicladas na RDI, pois o seu moinho não é apropriado para este tipo de material. A empresa repassa esse material para empresas capacitadas para tal operação. O plástico rígido é somente moído e comercializado nesta forma. A empresa pretende, futuramente, fazer a extrusão e também o produto final, como sacos de lixo para serem utilizados pela prefeitura ou mangueiras, que são relativamente simples de produzir.

A empresa e seus funcionários procuram se qualificar e se atualizar através da participação em cursos, seminários e visitas a empresas. Qualquer informação conseguida é repassada aos outros funcionários. Desta maneira, o sócio-proprietário acredita que vem conseguindo o bom treinamento dos funcionários da RDI e a sua capacitação para identificar os diferentes tipos de plásticos e, assim, qualificar o material reciclado e desenvolver o seu processo, para que o seu material seja facilmente aceito pelo mercado.

O resíduo da usina de reciclagem é a água usada para a lavagem do plástico, que vai para a lagoa de chorume do aterro sanitário. O lodo do tanque de lavagem e os rejeitos da coleta seletiva são enviados para o aterro.

Os principais clientes da RDI são a empresa Plásticos Scórpio (PEAD moído) e Alvesplast (PEBD aglutinado) em Novo Hamburgo. O resto da clientela dos plásticos é bem variada, composta de muitos intermediários. O preço médio de venda do PEAD moído é de R\$ 0,35/ kg, do plástico aglutinado é de R\$ 0,50/ kg, do PS moído ainda com umidade é de R\$ 0,40/ kg e o PET, apenas separado e enfardado, R\$0,25/ kg.

A reciclagem de plásticos apresenta-se como uma oportunidade de negócio, pois, segundo o sócio-proprietário da RDI, a demanda por plástico reciclado é muito grande, muito maior do que a oferta, talvez pela dificuldade de encontrar material limpo. Há poucas recicladoras no RS e o seu número está se reduzindo em função do aumento dos custos gerados pelas exigências de medidas de preservação ambiental, como, por exemplo, o tratamento de água utilizada na lavagem dos plásticos. Por isso o sócio-proprietário da RDI defende a reciclagem na usina de triagem, pelo fato de ela já possuir toda a parte de destinação dos rejeitos.

Segundo o mesmo sócio-proprietário da empresa entrevistado, o comportamento da população do município contribui para reciclagem da RDI. É possível verificar que a qualidade da separação do lixo por parte da população cai principalmente nos fins-de-semana. Mas, de modo geral, a população realiza bem a separação. Ele afirma que cerca de 80 a 90 % da população separa o seu lixo para a coleta seletiva, acreditando que isso se deve a um trabalho longo de educação que vem sendo realizado há vários anos na cidade, principalmente com a rede escolar.

Os benefícios da reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo citados pela RDI são a possibilidade de evitar a criação de montanhas de lixo em lixões e aterros e a economia do petróleo e seus subprodutos. Em Dois Irmãos, o material inorgânico representa em torno de 60% do volume gerado. O sócio-proprietário da empresa estima que, com a reciclagem, 50% do volume do lixo que é enviado ao aterro sanitário é reduzido.

Entre as possíveis aplicações do plástico reciclado na RDI, foram citados solados e varetas para calçados, mangueiras e lonas plásticas. Porém, lembra o empresário que o plástico reciclado tem uso mais restrito do que o plástico virgem, visto que não pode ser utilizado em embalagens para alimentos, por exemplo.

A RDI atualmente não está tendo problemas de colocação no mercado e nunca teve problemas com a qualidade do plástico reciclado. Mas já houve épocas em que a usina tinha grandes acúmulos de material reciclado devido à situação econômica do país e às dificuldades enfrentadas pelas indústrias. A empresa já teve problemas para receber pagamento de dívidas de pequenas empresas, sendo que alguns ainda não saldaram seus débitos. Na visão do seu sócio-proprietário, há cada vez mais a necessidade de se ter um material bem separado, limpo, de boa qualidade e, por isso, o mercado está ficando cada vez mais restrito, com várias recicladoras fechando.

Uma dificuldade para a RDI é a etapa da lavagem do resíduo plástico, que é a mais complicada, pois exige muita mão-de-obra, tratamento da água e um consumo alto de energia. Outro problema é a dificuldade de eliminar a umidade do plástico antes da aglutinação. Além desses problemas, há a dificuldade de identificação de alguns resíduos plásticos, principalmente saquinhos, como embalagens de camisa (que podem ser feitas de PS, PVC ou PP) e as sacolinhas de supermercado (que podem ser feitas de PEAD ou PEBD), que por este motivo acabam sendo classificados como rejeito. Muitas empresas ainda não identificam o tipo de plástico do qual são feitos os seus produtos, o que impossibilita o seu reaproveitamento.

A RDI não tem sistema para lavagem de PET e não vem conseguindo comercializar as garrafas feitas deste material que embalam azeite, óleo vegetal e detergente. Os clientes não estão aceitando este tipo de embalagem e por isso seu destino é o rejeito. O sistema de lavagem para PET é diferente, pois esse tipo de plástico é mais denso que o PEAD,

o PEBD, o PP e o PS. Um cliente da RDI informou que essas embalagens deveriam ser enviadas para São Paulo, mas a RDI não sabe para qual empresa.

Conforme relata o sócio-proprietário da RDI, o tratamento mais adequado para o resíduo sólido urbano é a reciclagem para, assim, reduzir o volume de lixo a ser disposto em aterro sanitário, uma vez que esta última alternativa do aterro tem um custo alto e pouco benefício ambiental. Para tanto, é necessário investir em coleta seletiva e estrutura para uma boa separação e na profissionalização das pessoas que trabalham com o lixo. Assim, será possível a produção de uma matéria-prima de qualidade, que possa ser aproveitada pela indústria.

A vontade política, segundo o empresário entrevistado, é fundamental. Além disso, os galpões de triagem não devem fazer somente a seleção dos materiais; devem encontrar caminhos para agregar valor aos materiais, como na RDI, que recicla o plástico. Usinas de triagem localizadas em cidades que não têm coleta seletiva apresentam dificuldade para comercializar seu material, principalmente o PE e o PS, pois esses materiais ficam muito sujos por serem misturados com o restante do lixo. Além disso, o beneficiamento do resíduos plástico pode ser feito sem agregar muitos custos para a usina, mas agregando valor ao material, permitindo que a sua comercialização gere uma renda maior aos trabalhadores.

Para a RDI, a tendência da atividade de reciclagem é o crescimento. Na Região Metropolitana de Porto Alegre e na Região do Vale dos Sinos, quase todas as cidades estão implantando ou já implantaram a coleta seletiva e/ou usinas de triagem. A reciclagem é uma tendência mundial e está vindo muito forte para o Brasil. A duplicação do Pólo Petroquímico no Estado vai aumentar muito a produção de embalagens plásticas e haverá uma necessidade maior de iniciativas de reciclagem. Mas, por enquanto, o entrevistado, não nota uma preocupação com o destino de todo esse material que será produzido.

A RDI estava registrada como microempresa na época da entrevista, mas estava para mudar para associação. Como empresa, os impostos e encargos sociais são muito altos. Além disso, os proprietários pretendiam uma gestão mais participativa.

### 6.2.2 Plastisul

A Plastisul, que iniciou suas atividades em 1956, está localizada em Sapucaia do Sul e conta com 220 funcionários. A empresa recicla cerca de 250 t/ mês de sucata de PEBD e a transforma em lona plástica para a construção civil. A reciclagem é realizada há cerca de 25 anos. As lonas pretas para a construção civil são totalmente produzidas a partir de plástico reciclado. A lona preta para silagem, por sua vez, utiliza além de material reciclado, material virgem.

O resíduo plástico reciclado pela Plastisul é pós-consumo (por exemplo, sacarias), mas de origem industrial. Seus fornecedores são basicamente seus clientes que consomem os seus produtos como sacarias, filmes termoretráteis e que geram os resíduos dentro de suas empresas, comercializando-os novamente com a Plastisul.

A quantidade comprada de resíduo pós-consumo proveniente de coleta seletiva é muito pequena. Segundo o gerente industrial, hoje o preço e a qualidade do material proveniente da coleta seletiva não estão satisfatórios. Existem muitos intermediários que comercializam a sucata por um valor superior ao que a Plastisul compra das empresas clientes. O pouco resíduo de PEBD de coleta seletiva utilizado pela empresa é comprado diretamente de algumas usinas de triagem (sem intermediários) que realizam a separação de plásticos por tipo.

Os critérios de escolha dos fornecedores são a qualidade do material e a confiabilidade no fornecimento, ou seja, os fornecedores devem proporcionar uma continuidade na qualidade do material. A empresa paga os fornecedores à vista, no momento em que o material é descarregado. A maioria das empresas recicladoras e os intermediários pedem prazos de 20 ou 30 dias para o pagamento. O preço médio pago pela Plastisul gira em torno de R\$0,22 o quilo do PEBD, conforme o Quadro 8.

A oferta de resíduos plásticos pós-consumo vem aumentando segundo o seu gerente industrial. Muitos municípios no Estado já fazem a coleta seletiva e hoje há muitas empresas que fazem a reciclagem do plástico, chegando até a etapa de aglutinação. Quanto à sazonalidade da oferta, no verão os fabricantes de mangueira vão para o mercado comprar resíduo de PEBD (porque este é o seu período de vendas) e esse tipo de material começa a se

tornar um pouco escasso para a Plastisul. Já, no inverno, o resíduo de PEBD apresenta-se abundante.

<b>Matéria-prima</b>	<b>Quantidade reciclada (t/mês)</b>	<b>Preço médio pago (R\$/kg)</b>	<b>Operações realizadas p/a reciclagem</b>	<b>Processo de transformação</b>	<b>Produto comercializado</b>
PEBD	250	0,22	<ul style="list-style-type: none"> <li>• moagem</li> <li>• lavagem</li> <li>• aglutinação</li> <li>• filtragem</li> <li>• extrusão</li> <li>• granulação</li> </ul>	extrusão	lonas para a construção civil

Quadro 8: A reciclagem e a transformação de resíduo plástico pós-consumo na Plastisul

O processo de reciclagem da Plastisul consiste na seleção do material, moagem com lavagem, aglutinação, filtragem, extrusão e peletização. O processo de transformação dos *pellets* em lona plástica é a extrusão. O plástico, apesar de ter uma origem industrial e ser mais limpo, ainda tem que ser lavado. O plástico tem eletricidade estática e por isso retém qualquer poeira, o que depois, se for para o processo, vai gerar desgaste no equipamento. A Plastisul possui um departamento de projetos e desenvolvimento de máquinas e equipamentos e a mecânica que faz a montagem das máquinas. O processo não foi revelado em maiores detalhes pela a empresa. Os resíduos gerados pela empresa são plásticos que são reciclados internamente. O resíduo da lavagem é praticamente apenas areia, que é segregada num tanque de decantação.

A maior dificuldade enfrentada pela Plastisul é *know-how*. Qualquer coisa que a empresa queira fazer tem que ser buscada em feiras na Alemanha ou em outros países da Europa. O custo de um equipamento para uma unidade de reciclagem é muito alto e por isso ele tem que ser desenvolvido dentro da Plastisul, obrigatoriamente com um custo interno muito menor.

A motivação para a reciclagem, nessa empresa, foi o custo de comercialização da lona plástica. Segundo o seu gerente industrial, o custo de produção da lona a partir de matéria-prima reciclada e, conseqüentemente, o preço de venda é muito inferior ao da

matéria-prima virgem. Se a empresa não fizesse a reciclagem, ela não conseguiria comercializar a lona plástica. A empresa ficaria na dependência de terceiros que não possuem um padrão de qualidade adequado. A Plastisul já tentou várias vezes desenvolver fornecedores de material para a fabricação de lonas, porém sem sucesso.

Segundo o entrevistado da Plastisul, os compradores de lona plástica estão cientes que a única forma de comercializar este produto é através da reciclagem. Não há indicação no produto que ele é feito de material reciclado. A especificação do produto é a aplicação e o cliente determina o que ele quer. Há lonas que são feitas somente de plástico virgem e têm aplicações que exigem uma qualidade superior. Para o gerente industrial, o cliente sabe que a lona é feita a partir de plástico reciclado pelo custo inferior dela.

Não há a crença por parte da empresa que os produtos feitos a partir de plástico reciclado serão mais valorizados nem a curto e nem a médio prazo. A Plastisul tem muitos clientes que compram produtos totalmente feitos de resina virgem e que têm uma preocupação grande com a possibilidade dos produtos comprados conterem material reciclado. Os clientes acreditam que a Plastisul é uma das únicas empresas credenciadas pela FEPAM para realizar a reciclagem. A maioria dos seus clientes são certificados com a ISO 9000 e solicitam com uma certa frequência o esclarecimento de dúvidas sobre a reciclagem.

Para aumentar a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo no Estado, o gerente industrial da Plastisul sugere incentivar mais as pessoas a fazerem a separação adequada para a coleta seletiva. Hoje em dia a separação é feita por plástico, vidro, lata, etc., mas o plástico tem vários tipos diferentes, que devem ser reprocessados separadamente. Com isso, quem compra um tipo específico de plástico, como o caso da Plastisul que compra PEBD, fica prejudicado, tendo que fazer a seleção. Na Europa, conforme reconhece, os diferentes tipos de plástico já são segregados na coleta seletiva.

Os planos da Plastisul na área da reciclagem são investir cada vez mais e continuar com o trabalho de orientação e educação que vem sendo feito há cerca de seis anos junto aos pontos de coleta seletiva. O objetivo da empresa é melhorar a separação dos diferentes tipos de plásticos para que sejam comercializados com uma qualidade melhor.

O gerente industrial acredita que as oportunidades para a reciclagem de plásticos pós-consumo estão crescendo. Prova disso é que havia poucas empresas reciclando e hoje



cada município já tem no mínimo uma meia dúzia que já estão pelo menos aglutinando e comercializando o material. Segundo sua visão, há muito desemprego e essa é uma alternativa de sobrevivência.

### 6.2.3 Plásticos Scórpio

A empresa Plásticos Scórpio, fundada em 1989, localiza-se em Novo Hamburgo, tem 19 funcionários e sua atividade principal é a transformação de plástico em produtos para o ramo calçadista e para o ramo de descartáveis para alimentação. Os produtos descartáveis para alimentação (potes, garfos, colheres e palhetas para cafezinho) são feitos a partir de matéria-prima virgem. Os produtos para a indústria calçadista (varetas, almas e presilhas) são feitos totalmente a partir de matéria-prima reciclada. Os plásticos utilizados são PEAD, PP e PS, conforme mostra o Quadro 9:

<b>PRODUTO</b>	<b>MATÉRIA-PRIMA</b>
varetas plásticas	Mistura de PP, PS e PEAD
almas plásticas	PP
presilha	mistura de PP e PEAD

Quadro 9: Composição dos produtos feitos a partir de matéria-prima reciclada na Scórpio

As varetas, almas e presilhas plásticas têm como função armar os calçados, para que não sejam comercializados amassados. A empresa produz 6 milhões de unidades dos produtos para calçados com matéria-prima reciclada por mês, sendo que aproximadamente 80% da sua produção é de varetas plásticas. A produção de alma plástica é sazonal. Para isto, ela utiliza cerca de 24 t/mês de PEAD, 5 t/mês de PP e 4 t/mês de PS, todos reciclados (já lavados e moídos; não estão peletizados), conforme ilustra o Quadro 10 a seguir.

<b>Matéria-prima</b>	<b>Quantidade transformada (t/mês)</b>	<b>Preço médio pago (R\$/kg)</b>	<b>Processo de transformação</b>
PEAD moído	24	0,35	injeção
PP moído	5	0,40	
PS moído	4	0,50	

Quadro 10: A transformação de resíduos plásticos reciclados na Scórpio

Os fornecedores da Scórpio são muitos e são recicladoras e sucateiros, a maioria com programação de fornecimento semanal. A gerente administrativa da empresa citou sete fornecedores que se localizam em São Francisco de Paula, Dois Irmãos, Cachoeirinha, Butiá, São Leopoldo, Novo Hamburgo e Porto Alegre. O resíduo, que já é comprado reciclado pela Scórpio, é de origem pós-consumo e pós-industrial. A gerente administrativa, entretanto, não soube informar a proporção utilizada destes resíduos, pois isto é uma atividade, que segundo ela, compete aos sucateiros.

O PEAD, o PP e o PS reciclados chegam à Scórpio já separados por tipo de plástico, moídos e lavados. Quando uma carga chega à empresa, são realizados testes físicos com uma amostra para verificar a qualidade do material: é conferido se é o tipo de plástico desejado, se está separado e se a carga não apresenta contaminantes (como nylon, ABS, alumínio, madeira, papel). Se o material está contaminado, ele sequer chega a ser descarregado na fábrica. Além de testes físicos, ainda é feito um teste no equipamento em que o plástico é transformado para verificar se não vai ocorrer nenhum problema.

O processo de transformação para a produção de varetas, almas e presilhas plásticas, na Scórpio, é a injeção. A mistura de resinas recicladas (moídas) é preparada (quando for necessário) e tem 20kg cada mistura. A proporção de mistura com cada tipo de plástico depende da exigência do cliente. Para uma vareta mais rígida, por exemplo, a proporção de PS terá que ser maior. Um cliente em São Paulo, por exemplo, exige uma vareta bem flexível e por isso na mistura nem vai PS. Depois de pronta, a mistura é injetada, cortada e embalada. Não é feita a extrusão e peletização antes da injeção pois, para a Scórpio, o *pellet*

é bem mais caro. O que acontece, às vezes, é o material ser novamente lavado, moído para atingir a granulometria adequada ao processo, aglutinado para secar e, então, injetado.

A Scórpio reaproveita todo o resíduo plástico gerado em seu processo de injeção. O resíduo é moído e injetado novamente. A água da lavagem é decantada em um tanque e reaproveitada.

O custo bem inferior é a maior motivação para a empresa trabalhar com plástico reciclado. E, além disso, os produtos da Scórpio feitos de plástico reciclado têm uma qualidade boa para a finalidade a que se destinam. O preço médio pago aos fornecedores pelo quilo do plástico moído é: R\$ 0,35, o PEAD, R\$0,40, o PP, e R\$0,50, o PS. A gerente administrativa da Scórpio salienta que o preço varia com o grau de limpeza do material. Às vezes, há a necessidade de lavar novamente o plástico reciclado e por isso o preço pago é menor; há um custo com luz e mão-de-obra para a empresa realizar tal operação. O PS é mais caro porque é mais difícil de ser encontrado. Segundo a gerente administrativa “é a lei da oferta e da procura”. O quilo do plástico virgem custa cerca de R\$1,75, o PEAD, R\$1,70, o PP, e R\$1,60, o PS.

Para a Scórpio, a qualidade do plástico reciclado no RS é adequada à empresa. Já houve muito problema de sucata contaminada, causando problemas na produção. A empresa foi treinando seus fornecedores e eliminando os problemas com contaminação através dos testes realizados na chegada da carga.

Como benefício da atividade de reciclagem de plásticos, é citado pela Scórpio o aproveitamento de um material que, de outra forma, seria disposto na natureza. O plástico leva 450 anos para se decompor e, além disso, a reciclagem tem uma função social. Mas, para a empresa, o benefício principal é o custo inferior do produto oferecido pela atividade.

Em relação à oferta de plástico reciclado, dos três tipos utilizados pela Scórpio, o PEAD é o mais abundante porque vem com os materiais de utilidade doméstica, que são a maioria dos resíduos (chamados balde e bacia). Mas há épocas que é muito pouca a oferta e por isso a empresa trabalha com estoque alto. O PP tem uma oferta similar.

O PS é o tipo de plástico com maior dificuldade de ser encontrado. A Scórpio não utiliza PS reciclado a partir de copinhos descartáveis (de café, por exemplo), pois é um

material muito leve e apresenta dificuldade para escoar no funil da injetora. A empresa utiliza PS do tipo cristal (como o das canetas BIC) e o PSAI, o PS de Alto Impacto (como a parte interna das geladeiras), e até mesmo o ABS, que as vezes faz o papel do PS para a empresa. Os copinhos descartáveis reciclados (somente moídos ou moídos e aglutinados) poderiam ser utilizados se um pouco fosse misturado com o PS cristal ou o PSAI, porém este tipo de material tem pouco peso e muito volume, ocupando um espaço físico muito grande que não é aproveitado.

A empresa não encontra dificuldades para a reciclagem. A gerente administrativa comenta que a Scórpio já está há anos no mercado, conhecendo todos os clientes que se localizam no RS e em SP, não tendo muitos concorrentes.

A Scórpio não tem um cliente principal. O maior cliente não detém 10% do faturamento da empresa. Alguns clientes no RS (fábricas de calçados) foram citados: Calçados Maide, em Dois Irmãos, Musa Calçados, em Rolante, Calçados Blip e Calçados Reifer, em Teutônia, Calçados Reichert, em Campo Bom, e Calçados Majolo, em Arroio do Meio.

O produto da Scórpio não contém nenhuma indicação de que seja feito a partir de matéria-prima reciclada. O seu cliente é a fábrica de calçado e, segundo a gerente administrativa, para o consumidor final não tem utilidade tal informação, pois a primeira coisa que ele faz quando compra um sapato é tirar a vareta para usá-lo.

De outro lado, a gerente administrativa da Scórpio acredita que o cidadão consciente acharia bom o reaproveitamento do plástico se soubesse que um produto é feito a partir de matéria-prima reciclada. Entretanto, segundo sua visão, aquele cidadão que não é consciente não está interessado na matéria-prima de que é feito o produto, mas só estaria interessado no preço. Nesse caso, as pessoas só irão preferir um produto reciclado a um virgem se ele tiver a mesma utilidade e for mais barato.

Uma sugestão dada pela entrevistada para melhorar a reciclagem de plástico pós-consumo é um trabalho de educação pelas prefeituras junto às escolas, explicando-se que o plástico demora muito tempo para se decompor e que deve ser reciclado. Além disso, as prefeituras devem também ter a preocupação de treinar pessoas, ensiná-las a reconhecer cada tipo de plástico para que eles possam ser separados e vendidos, gerando emprego. A gerente

acha também que o governo poderia dar incentivos fiscais para as empresas que utilizam matéria-prima reciclada.

A representante da Scópio acredita que o plástico reciclado será cada vez mais utilizado e que é uma alternativa para reduzir custos nas empresas transformadoras. Reconhece também que, às vezes, não é possível usar material reciclado somente, mas é possível misturá-lo com material virgem e obter também uma redução de custos.

No entanto, segundo a gerente, uma empresa grande, que consome 100 toneladas por mês, por exemplo, tem que ter muito bem planejado o seu fornecedor. A Scópio, que é uma empresa pequena e consome cerca de 30 t/mês não tem um fornecedor capaz de entregar todo o material necessário para a sua produção, pois aqui no Estado não há uma grande recicladora.

A empresa não tem no momento planos futuros na parte de produtos reciclados, pois não há previsão de aumento da demanda de varetas, almas e presilhas plásticas.

#### **6.2.4 Odim**

A empresa Odim, localizada em São Sebastião do Caí, tem como atividade principal a transformação do plástico, mas também realiza a sua reciclagem. A empresa iniciou suas atividades em 1933 e naquela época dedicava-se à produção de pincéis, cujas cerdas eram feitas a partir de cabelo de porco que sobrava como resíduo do abatimento de porcos na empresa Oderich (nesta época a Odim fazia parte da Oderich).

A empresa, hoje, tem 50 funcionários, mas já teve cerca de 130, em função de, antigamente, trabalhar com madeira, cujo processo requeria muita mão-de-obra e muitos equipamentos. A empresa começou a trabalhar com o plástico há cerca de 20 anos e com a reciclagem há cerca de 15 anos atrás.

A Odim produz vassouras, pás, escovas, vassourões para limpeza industrial e urbana, trinchas de pintura e lavatinas. Em diferentes partes destes produtos são utilizados quatro tipos de plásticos, que são 100% reciclados. Os plásticos reciclados dentro da empresa são PEBD, PEAD, uma mistura de PEBD e PEAD chamada pelo gerente de compras e produção da empresa de polietileno de média densidade, e, em maior quantidade, PP. São reciclados em torno de 10 t/ mês de resíduo pós-industrial e em torno de 30 t/ mês de resíduo

pós-consumo. Estes valores variam pois, segundo o gerente, às vezes é preferível comprar a sucata plástica já reciclada e não realizar a reciclagem. A empresa compra também fio de PET reciclado para as cerdas das vassouras e dos outros produtos. Em 1998, a Odim produziu 216.000 vassourões, 665.000 escovas, 942.000 vassouras, 580.000 trinchas, 125.000 pás e 65.000 lavatinas.

Cerca de 98% do PEAD e PEBD são comprados de fornecedores externos na forma aglutinada. A empresa não revelou seus fornecedores, por ser este um dado estratégico seu; apenas revelou que consome cerca de 30 t/ mês de PP, 6 t/ mês de PEBD e 2 t/mês de PEAD, conforme se vê no Quadro 11. A quantidade consumida de fio de PET reciclado também não foi revelada. Os fornecedores são empresas que geram como resíduo sacaria, catadores e sucateiros em geral do Estado e os seus critérios de escolha são a qualidade, o preço e a localização.

Antigamente, a Odim recebia sucata plástica gerada pelo município de São Sebastião do Caí, mas ela recebia outros materiais misturados ao plástico e o custo de separá-los não compensava. Hoje em dia, há municípios que trazem sua sucata para que a empresa dê um destino. A empresa, então, acumula essa sucata e periodicamente ela é reciclada (moída) e reaproveitada no processo produtivo. A sucata de PET é enviada para a reciclagem em Curitiba.

A empresa forneceu o preço de mercado de compra de sucata: R\$ 0,20/ kg de PET, R\$ 0,10/ kg de PP, R\$ 0,15/ kg de PEAD e de PEBD. No entanto, a Odim tem um sistema de troca, em que ela não paga em dinheiro; ela troca vassouras produzidas com pequenos defeitos por sucata. Este sistema é utilizado com as empresas e os sucateiros, mas há pessoas que, segundo o gerente de compras e produção, “não compram essa idéia” e preferem receber o pagamento em dinheiro, dificultando um pouco a oferta da sucata. Mas mesmo assim, a empresa trabalha há uns dois anos com este sistema e vem conseguindo uma oferta regular de sucata. A sucata reciclada pela empresa é basicamente sacaria de ráfia (PP), desconhecendo outra empresa no Estado que recicle este tipo de resíduo, pelo fato dela ser toda tramada, cheia de furinhos, que retêm a sujeira e dificultam o processo de reciclagem.

Matéria-prima	Quantidade processada (t/mês)	Preço médio pago (R\$/kg)	Operações realizadas p/a reciclagem	Processo de transformação	Produtos fabricados
PP	30	0,10 (sucata)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• moagem</li> <li>• lavagem</li> <li>• secagem</li> <li>• aglutinação</li> <li>• extrusão</li> <li>• granulação</li> </ul>	Injeção e extrusão	componentes das vassouras e pás
PEAD	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,15 (sucata)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• extrusão</li> <li>• granulação</li> </ul>		
PEBD	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aglutinado não revelado</li> </ul>			
PET	não revelada	1,50 – 2,00 (fio reciclado)	-	-	cerda da vassoura

Quadro 11: A reciclagem e transformação de resíduos plásticos pós-consumo na Odim

As etapas do processo de reciclagem do PP são a moagem, a lavagem, centrifugação, aglutinação, extrusão e a granulação. Do moinho sai água, que empurra o material para o tanque de lavagem e dali vai para uma esteira, cai numa centrífuga, que drena água para fora, vai para um exaustor, que joga o material seco em um silo e depois para um aglutinador. O material é descarregado do aglutinador e é extrudado e granulado, produzindo *pellets*. A Odim produz fio de PP, através de extrusão, e também peças como por exemplo a cepa (que dá sustentação às cerdas da vassoura) ou a pá, através da injeção. O fio é feito a partir dos *pellets* e as peças injetadas são feitas a partir de material aglutinado, que é moído novamente para ser injetado. O plástico, depois de aglutinado é remoído para a injeção para não degradar mais o material com a extrusão, não gastar energia e, assim, reduzir custos.

O fio, por ser muito fino, apresentará problemas (arrebentará), caso o material esteja contaminado com areia, por exemplo, sendo este o motivo dele ser feito a partir de *pellets*; a extrusora que produz os *pellets* possui uma tela que filtra os contaminantes. Sacos de farinha são reciclados e utilizados somente na injeção. Grãos de farinha ficam no plástico, carregando água, deixando o material úmido e causando problemas no fio feito deste plástico reciclado.

Segundo o gerente de compras e produção, o processo contínuo de reciclagem foi uma tecnologia desenvolvida na Alemanha e adaptada pela empresa, de acordo com a realidade local e o seu poder aquisitivo. Além disso, feiras na Europa também são visitadas para a atualização tecnológica da empresa. A Odim investiu em equipamentos para produzir o fio de PET, porém não foi bem sucedida, por não conhecer a tecnologia. Hoje, a empresa teria condições de ser assessorada para a produção. Mas acha mais vantajoso comprar o fio de PET pronto. O PEAD e o PEBD aglutinados, comprados de fornecedores externos, são peletizados para que sejam produzidas peças injetadas com os *pellets*.

As aparas do processo geradas pela Odim são recicladas internamente. Os resíduos de uma capinha que cobre o cabo de madeira da vassoura, por exemplo, são moídos, aglutinados e extrudados e utilizados novamente no processo. Os galhos de injeção (resíduos do processo de injeção), por sua vez, são somente moídos e injetados novamente. A água da lavagem é trocada toda a semana e o lodo dela é ensacado e enterrado em um terreno do proprietário da empresa. A Odim tinha uma pessoa que retirava a sacaria com o lodo, porém o depósito onde eram armazenados encontra-se lotado.

A motivação para a reciclagem na Odim foi a concorrência. As empresas concorrentes consumiam muito material *off grade* do Pólo Petroquímico e isto fazia com que elas tivessem um custo muito baixo de matéria-prima. Esse material *off grade* é resina plástica que não atende às especificações desejadas pela a empresa produtora, sendo, por isso, vendido a um valor baixo, mas que serve como matéria-prima para determinadas aplicações, como é o caso dos produtos da Odim. A reciclagem foi a alternativa encontrada pela empresa para tornar-se mais competitiva, uma vez que não conseguia o material *off grade* do Pólo.

Se o produto reciclado fosse mais caro, ele não seria utilizado pois o mercado não aceita, ressalta o gerente. Caso a empresa consumisse o plástico virgem, ela não teria condições de comprar as 20 toneladas mensais necessárias para comprar direto do Pólo Petroquímico e seria obrigada a comprar de um distribuidor, perdendo competitividade. A Odim pagaria pouco mais de R\$2,00 pela resina virgem, enquanto que o fio pronto de PET reciclado é comprado hoje pelo valor que varia entre R\$1,50 e R\$2,00; o fio pronto tem o preço da resina virgem que ainda teria que ser processada para produzir o fio. Segundo o gerente de compras e produção, a reciclagem é um negócio rentável: “o que não dá lucro é



coletar o plástico, que é o trabalho da prefeitura, mas reciclar e vender dá lucro, um bom dinheiro”.

A dificuldade maior encontrada pela Odim na reciclagem é a rápida corrosão do material a ser reciclado, pois a sacaria vem com sal, carvão, areia, e outros materiais. Outra dificuldade é a falta de qualificação dos sucateiros, que na maior parte são pessoas com baixo poder aquisitivo e que não tiveram acesso à educação. O gerente de compras e produção da Odim exemplifica isso com o relato do caso ocorrido certa vez com o recebimento de um fardo de sucata com tijolo misturado ao material, pois o sucateiro pretendia obter um preço maior, tendo em vista que o preço pago é proporcional ao peso. Um outro expediente utilizado foi a entrega de fardo de sacos de rafia molhados.

Além dessas dificuldades, o gerente de compras e produção aponta a ausência de apoio de qualquer órgão do governo, com o qual se possa estabelecer parceria e que possa auxiliar a empresa a melhorar, assim como não existência de apoio aos sucateiros, catadores, etc.; só existem órgãos fiscalizadores. Os incentivos são direcionados somente às grandes empresas. A reciclagem mereceria, segundo entende, incentivos por ser capaz de gerar muitos empregos, pois é necessária mão-de-obra para a coleta do lixo, seleção e educação das pessoas que vão trabalhar com isso. Outra dificuldade reconhecida é a não identificação do material com o qual se produz as embalagens, que formam a maior parte do lixo doméstico. Na sua opinião, os fabricantes de embalagens não são conscientes, não fazendo a identificação e utilizando mais de um material na sua produção, dificultando a reciclagem.

Nos produtos da Odim não há nenhuma indicação de que sejam feitos de plástico reciclado. No catálogo que está sendo feito para os clientes há apenas o símbolo da reciclagem. É uma dúvida para a empresa como seria a reação das pessoas se soubessem que os produtos são reciclados. No início da reciclagem do plástico, os produtos não eram de boa qualidade e os consumidores, em geral, passaram a desconfiar deste tipo de produto. Mas, uma corda, por exemplo, que era feita de PP, hoje em dia é feita de PET reciclado, que é muito mais resistente. Chamar a atenção dos consumidores para tal detalhe pode significar a rejeição do produto por parte deles. Todavia, a tendência é que os produtos feitos de material reciclado sejam valorizados e é aí que a empresa pretende se destacar no futuro.

O gerente de compras e produção salienta o fato que a diferença entre a pazinha produzida pela Odim a partir do plástico reciclado e uma produzida a partir de resina virgem é

a coloração. Na pazinha feita de material virgem, é possível obter uma coloração mais viva, ou seja, a diferença é a estética. A sucata reciclada já foi pigmentada uma vez e por isso não é possível obter cores vivas.

O gerente da Odim sugere, para o aumento da reciclagem no Rio Grande do Sul, um projeto regional integrando toda a cadeia da reciclagem, identificando quais são os materiais que estão no lixo, em quais produtos eles podem ser transformados e quais empresas podem fazer isso. Também propõe que as empresas sejam incentivadas a usar o material reciclado e que seja realizado um trabalho de base junto às pessoas envolvidas na reciclagem, desde a separação do lixo até a fabricação do produto final, para que este tenha qualidade equivalente ao produto feito de material virgem. O entrevistado sugere ainda que alguns municípios, levando em consideração questões estratégicas como o deslocamento do lixo, unam-se e instalem usinas de separação de lixo e de reciclagem de plásticos em conjunto, pois às vezes não é economicamente viável para um município pequeno investir em um sistema de reciclagem.

Os planos futuros da Odim são continuar utilizando plástico reciclado. No entanto, a empresa deseja terceirizar a reciclagem, a menos que ela consiga manter o sistema de troca de sucata por vassouras com pequenos defeitos. Para a Odim, é mais vantajoso investir em mais máquinas de injeção e de encher vassouras (com as cerdas) e, conseqüentemente, ter uma maior gama de produtos. Segundo o gerente de compras e produção, a empresa precisa ter uma estrutura enxuta para ganhar competitividade.

Para a empresa, daqui para frente a reciclagem só proporcionará oportunidades. As garrafas de refrigerante (de PET) já geram um volume enorme de resíduos e, com a entrada da garrafa de PET de cerveja, o volume será muito maior. A duplicação do Pólo Petroquímico do Estado também causará um aumento no volume de lixo plástico, pois as resinas produzidas não serão totalmente exportadas e, com certeza, o mercado aqui crescerá e haverá um consumo muito maior de embalagens, tornando a reciclagem cada vez mais necessária.

### **6.2.5 Alplast**

A empresa Alplast, com 23 funcionários, localiza-se em Alvorada e iniciou suas atividades em janeiro de 1998. Realiza reciclagem e transformação de PEBD, PEAD e PVC.

Seus produtos são 100% reciclados. A empresa produz mangueiras pretas para irrigação, tubos, tubetes para bobinas, curvas e eletrodutos para luz.

Em 1998 a empresa produziu 194 t de mangueiras pretas para a irrigação, 60 t de eletrodutos para luz e 21 t de tubetes para bobinas. O plástico reciclado utilizado em cada produto está no Quadro 12. A Alplast recicla mensalmente cerca de 20 t de PEBD, 5 t de PEAD e 8 t de PVC, conforme Quadro 13. Cerca de 90% do resíduo plástico reciclado pela empresa é de origem pós-consumo e 10% pós-industrial.

<b>PRODUTO</b>	<b>MATÉRIA-PRIMA</b>
mangueiras para irrigação	PEBD
eletroduto para luz	PVC
tubos, tubetes e curvas	PEBD, PEAD ou PVC

Quadro 12: A composição dos produtos feitos a partir de matéria-prima reciclada na Alplast

<b>Matéria-prima</b>	<b>Quantidade processada (t/mês)</b>	<b>Preço médio pago (R\$/kg)</b>	<b>Operações realizadas p/a reciclagem</b>	<b>Processo de transformação</b>
PEAD	5	0,15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• triagem/limpeza</li> <li>• moagem</li> <li>• lavagem</li> <li>• secagem</li> <li>• aglutinação</li> <li>• extrusão</li> <li>• granulação</li> </ul>	extrusão
PEBD	20			
PVC	8			

Quadro 13: A reciclagem e transformação de resíduos plásticos pós-consumo na Alplast

Os fornecedores da empresa são muitos e a quantidade comprada de cada um varia. Como exemplo, são citados alguns sucateiros, uma associação de catadores de Alvorada e a empresa Medabil, que fornece sobra industrial de PVC. O resíduo é comprado na forma bruta, ou seja sucata sem nenhum tipo de beneficiamento (lavagem, moagem, etc.), mas já separado por tipo de plástico. O resíduo consumido pela empresa pode ser qualquer produto feito de PEAD, PEBD ou PVC descartado pela população, desde que não esteja muito contaminado. Os resíduos de PEAD e PEBD utilizados são basicamente sacarias.

Os critérios de escolha para os fornecedores são preço e qualidade. A Alplast também compra alguma quantidade de plástico já reciclado, mas a qualidade do que é reciclado internamente é, na maioria das vezes, superior ao que vem de fora. Não se percebe a influência da sazonalidade na oferta de resíduos. O preço da sucata (PEAD, PEBD e PVC separados) gira em torno de R\$0,15/kg.

O processo de reciclagem da Alplast consiste nas seguintes etapas: reclassificação da sucata, limpeza manual, moagem, lavagem, centrifugação, aglutinação e extrusão e peletização. O processo de transformação nos produtos finais é a extrusão. Para o PVC, o processo pula da aglutinação para a extrusão com a fabricação do produto final; não são feitos os *pellets*, embora seja o correto, segundo os gerentes da empresa. A etapa de peletização é cortada para reduzir custos e, segundo eles, é possível por causa das propriedades que o PVC apresenta. No entanto, ela permitiria um material mais uniforme.

Há uma área da empresa em que é feita a reciclagem e a transformação do PVC e uma outra separada onde é realizada a reciclagem e a transformação do PEAD e do PEBD. As operações envolvidas no processo destes plásticos são realizadas em lugares diferentes para evitar a contaminação entre os materiais.

A separação e limpeza da sucata que chega à empresa é feita por uma pessoa que retira rótulos, fitas crepe, papéis e outros contaminantes. A pessoa também identifica o plástico e o que não for plástico é separado. No caso do PVC existem testes manuais que permitem o funcionário identificá-lo: verificação de marcação por dobra e o tipo de fumaça gerada pela queima do material, por exemplo.

Para o PVC, a moagem é realizada separada da lavagem. Depois de moído, o material é colocado em uma calha com água, que tem uma tela embaixo. A areia fica no fundo, o que for PEAD ou PEBD flutua, e o PVC fica acima da tela mais no fundo. O PEBD e o PEAD são retirados e separados do PVC. Depois de lavado, o PVC moído é ensacado e deixado secar um pouco ao ar livre (eliminando o grosso da umidade). O PVC (tanto o rígido como o flexível) vai para o aglutinador para retirada total da umidade. O PVC moído é enviado direto para a extrusora que faz o produto final (os tubos). O material que vai para a extrusora é uma mistura com PVC rígido e flexível em proporção que é desenvolvida na empresa.

Os processos do PEAD e o do PEBD são iguais, mas realizados separadamente um do outro. O material é selecionado e limpo manualmente e depois moído e lavado. Ao contrário do PVC, estas resinas passam, separadamente, por um moinho lavador. Há um tanque depois do moinho, em que água é arrastada, junto com o PE, que flutua. A sujeira, a terra, depositam-se no fundo do tanque. Há uma calha com uma grade, onde o material fica retido, e água vai para a rua.

O material lavado é ensacado e vai para uma centrífuga para eliminar o excesso de água. No processo da reciclagem do PVC, o material não é centrifugado, pois lá, o consumo de água na lavagem é bem menor (10% do que é consumido aqui). Para retirada total da umidade, é realizada a aglutinação. Depois, é extrudado e peletizado e vai novamente para a extrusão para fabricação do produto final. A Alplast está sempre procurando introduzir coisas novas, sempre trabalhando para melhorar a qualidade do produto e tudo vai-se aprendendo no dia a dia. Muitas melhorias em seu processo também são desenvolvidas a partir da experiência anterior de novos funcionários em outras empresas. Durante a visita à empresa, os gerentes mostraram várias coisas que estavam sendo melhoradas no processo.

Todos os produtos são pretos. Os resíduos reciclados costumam ter muita tinta e têm cores diferentes, resultando em um material escuro. Por isso, recebem pigmentação preta.

Segundo os gerentes, a empresa praticamente não gera resíduos. O resíduo plástico é reaproveitado no processo e o resíduo da lavagem é só água e terra, pois as impurezas já foram retiradas antes desse processo. A empresa tem uma sanga, de onde capta água. Com exceção da operação da lavagem do PEAD e do PEBD, as outras operações têm sistema que permite o retorno da água à sanga.

Como oportunidade proporcionada pela reciclagem, a Alplast afirma que o custo de comprar a sucata plástica e realizar o processo de reciclagem sai em torno de 50% do custo do material virgem e que seu produto é vendido por um valor 40% inferior ao do produto feito de matéria-prima virgem. A empresa considera que a reciclagem é um negócio como outro qualquer, porém, para o meio ambiente, os benefícios são incalculáveis. O resíduo plástico, que leva séculos para se decompor e que está sendo reciclado, é lixo que está deixando de ir para lixões, que causam problemas de higiene e saúde. Uma grande vantagem proporcionada, conforme relatam os entrevistados, pela reciclagem é o emprego para pessoas não qualificadas, inclusive analfabetos.

Os produtos fabricados pela Alplast não apresentam diferenças de qualidade quando comparados a produtos similares feitos de matéria-prima virgem. Segundo os gerentes da empresa, às vezes o tubo fabricado pela empresa é até mais resistente, pois ao se trabalhar com reciclado e este ser heterogêneo (o PVC, por exemplo, tem vários tipos diferentes), utiliza-se uma parede de tubo mais espessa.

Para os gerentes da Alplast há muita oferta de resíduo plástico no RS, mas a falta de qualidade ainda é uma barreira. O plástico apresenta uma variedade grande de tipos e as pessoas que trabalham com sucata os misturam, pois desconhecem a incompatibilidade entre eles. A empresa acaba tendo que separar o plástico novamente e muita coisa acaba indo para o rejeito.

Várias dificuldades para a reciclagem ainda são citadas; os gerentes da Alplast afirmam que não recebem apoio nenhum. As empresas que trabalham com material reciclado não recebem o mesmo crédito de ICMS que as empresas que trabalham com matéria-prima virgem recebem. Os dois sócios dão como exemplo o seu concorrente, a empresa Tigre. A Tigre é uma empresa maior e compra em grande quantidade, direto do Pólo Petroquímico (não compra do distribuidor que vende a resina por um preço maior), resina que é tributada com ICMS. A Alplast, se utilizasse resina virgem, não consumiria mensalmente uma quantidade suficiente que a permitisse comprar direto do Pólo Petroquímico e teria que comprar de distribuidores por um preço maior. A sucata consumida pela Alplast é isenta de ICMS e, por isso, a empresa não tem crédito nenhum deste imposto. Há uma cobrança muito grande de impostos, da prefeitura e da FEPAM e isso faz com que muitas empresas prefiram a clandestinidade.

Na visão dos gerentes, o futuro da reciclagem depende muito do governo. Pensam que as empresas que trabalham com a reciclagem devem ganhar os mesmos benefícios que as empresas que trabalham com plástico virgem. A concessão de incentivos fiscais seria justificada pelo fato da empresa, ao utilizar resíduo como matéria-prima no seu processo produtivo, estar evitando a geração de lixo. Afirmam ainda que as empresas pequenas não recebem apoio; os programas de financiamento são direcionados para as empresas maiores. Geralmente, as empresas de reciclagem são micro e pequenas empresas e não conseguem obter crédito para comprar equipamentos. Além disso, citam a falta de apoio das

universidades; as pequenas empresas não sabem como chegar até ela e utilizá-la como fonte de tecnologia.

Outro ponto indicado é que há dificuldades de desgaste das máquinas e quebras de produção devido à utilização de plástico reciclado, que às vezes causa problemas de contaminação. Cada parada de produção significa perda de tempo e de material, tanto o material que está contaminado, como o material que se perde normalmente ao dar-se partida na máquina. Com uma tecnologia mais moderna, conforme assinalam, é possível minimizar as paradas do equipamento, mas a Alplast ainda não dispõe desta tecnologia. Outra desvantagem é um custo maior de energia elétrica e de mão-de-obra que as empresas transformadoras de material virgem não têm, pois não realizam a reciclagem.

Para a Alplast, as empresas que fabricam produtos a partir de plástico reciclado, ao tornarem-se maiores, mudam para a matéria-prima virgem (inclusive seus gerentes conhecem casos em que isso aconteceu), pois é mais cômodo para trabalhar, uma vez que há uma redução do gasto de energia elétrica, da mão-de-obra e a empresa passa a trabalhar com um só fornecedor (por passar a consumir uma quantidade maior, passa a comprar a resina direto do Pólo Petroquímico). O produto reciclado não consegue atender às especificações das normas técnicas da ABNT, enquanto que o feito de material virgem consegue. E essas normas têm sido uma exigência das empresas maiores. O produto reciclado não é uniforme, em uma parte pode apresentar uma pureza de 100% e outra de 95%, por exemplo.

Os produtos da Alplast não possuem nenhuma indicação que são feitos de plástico reciclado. Seus clientes são madeireiras e ferragens e, segundo os gerentes, eles sabem que o produto é feito de plástico reciclado, por informação passada verbalmente. Conforme os entrevistados, o cliente está pagando mais barato pelo produto justamente por ser reciclado.

Os gerentes da Alplast não sabem ao certo como o consumidor final brasileiro reagiria se soubesse que um produto é reciclado, mas têm informações de que nos Estados Unidos e na Europa este tipo de produto é valorizado. Para eles, a população no Brasil ainda não é consciente e ainda há preconceito com o produto reciclado, mas a situação vem mudando. A venda de um produto informando-se explicitamente que é reciclado ainda é muito difícil, pois as pessoas provavelmente o desvalorizariam, achando que ele teria uma qualidade inferior.

Como sugestões para melhorar a reciclagem no RS, os gerentes da empresa citam como fundamental o incentivo do governo e um trabalho de educação e conscientização em escolas (com as crianças aprendendo na escola a separar o lixo em casa) e nos próprios galpões de triagem e recicladoras. Um dos gerentes comenta também que um saquinho de leite, por exemplo, poderia ser lavado, com facilidade, depois de utilizado, na própria residência onde foi gerado. A contaminação gerada pela gordura se decompõe no saquinho, causa um odor desagradável no produto final, mesmo passando por duas extrusões a temperaturas altas. Por isso, a empresa só pode utilizar pequenas quantidades deste tipo de material de cada vez.

### **6.2.6 Empresa X**

A empresa X é uma recicladora de plásticos localizada em Cachoeirinha e possui 5 funcionários. A empresa iniciou suas atividades em 1997. A proprietária possuía desde 1985 uma recicladora, que em 1997 incendiou, não restando nada. A atual empresa está localizada em um terreno próximo à antiga empresa.

São reciclados na empresa cerca de 10 t/mês de PEAD, 20 t/mês de PEBD, 5 t/mês de PP, e 5 t/mês de PS, conforme Quadro 14. O PVC (2 a 3 t/mês) e o PET (10 t/mês) são enfardados e comercializados. Em 1998, a empresa comercializou cerca de 40 t/mês.

Os fornecedores são vários e pequenos, principalmente galpões que fazem a separação dos resíduos provenientes da coleta seletiva e de lixões ou aterros. A sucata comprada é plástico misto, ou seja, com todos os tipos de plástico misturados. A empresa também tem como fornecedores catadores e empresas que comercializam seus resíduos.

O critério de escolha dos fornecedores é a qualidade do material. A empresa X procura trabalhar com material o mais limpo possível para evitar o rejeito (material que não é possível aproveitar) o que reduz o seu lucro. Normalmente, segundo a proprietária, de 20 a 30% da sucata comprada vão para o rejeito.



Matéria-prima	Quantidade reciclada (t/mês)	Preço médio (R\$/kg)	Operações realizadas	Forma de venda do material reciclado	Valor de venda (R\$/kg)
PEAD	10	0,20 (resíduo de plásticos misturados)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• triagem</li> <li>• moagem</li> <li>• lavagem</li> <li>• secagem</li> <li>• aglutinação</li> </ul>	moído	0,30
PEBD	20			aglutinado	0,70
PP	5			moído	0,35
PS	2 - 3			aglutinado	0,80

Quadro 14: A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo na Empresa X

Para a proprietária da empresa X, a qualidade dos galpões que fazem a triagem do lixo da coleta seletiva é melhor e há uma continuidade nessa qualidade, assim como os fornecedores que comercializam resíduos industriais. Já os fornecedores que separam o plástico de um lixão não garantem a continuidade da qualidade; às vezes o material vem limpo, outras vem com barro e diferentes impurezas. Mas, segundo a proprietária, de modo geral a qualidade não está nada boa. Para ser considerada boa, o material consumido deveria gerar um rejeito de no máximo 10%, o que não acontece atualmente.

Quanto à sazonalidade, no verão há abundância de sucata plástica, pois o consumo de descartáveis (copinhos, garrafinhas, etc.) aumenta consideravelmente. No inverno, além do consumo de produtos descartáveis ser menor, muitas empresas deixam seus resíduos na rua e devido às chuvas, eles molham, dificultando a sua reciclagem. O preço médio pago pelo plástico misturado é cerca de R\$0,20 , podendo variar de R\$0,10 a R\$0,30.

O processo realizado pela empresa é a separação por tipo de plástico, a moagem com lavagem e aglutinação. Na própria empresa foi desenvolvido um picotador, para fazer a sucata em pedaços menores. Só, que diferentemente do moinho que a empresa também possui (comprado de fábrica), o material não sai em um tamanho homogêneo,mas gasta menos luz. O moinho lavador é utilizado para a sucata mais suja. O material é secado um pouco ao natural, para tirar a excesso de umidade e depois é ensacado e centrifugado. A empresa também tem uma serra circular para cortar as borras grandes de resina plástica, resíduos do Pólo

Petroquímico. Alguns dos equipamentos foram desenvolvidos pela própria empresa, como a serra circular e o aglutinador. A empresa possuía um aglutinador comprado de fábrica, mas o vendeu e fez uma cópia do equipamento.

O rejeito da empresa é retornado ao aterro ou para os galpões de triagem. Já a água da lavagem vai direto para o esgoto. Quando é necessária uma água bem limpa, é utilizada a de um poço artesiano. Em outros casos, é usada a água de um açude que há no terreno da empresa.

O plástico reciclado é vendido na forma moída ou aglutinada. Os principais clientes da empresa X são empresas de transformação de Novo Hamburgo. Mas, também tem como clientes muitos intermediários (cerca de 40% dos clientes), que comercializam o plástico reciclado novamente. Esses intermediários geralmente têm caminhão, o que elimina o custo do frete para a empresa, e pagam a mercadoria à vista, enquanto que as empresas de transformação, exceto a Scórpio, pedem de 28 a 30 dias para o pagamento.

O PS reciclado é utilizado para produzir saltos e varetas para calçados, pigmentos, algumas peças técnicas e brinquedos. Os resíduos de PS são geralmente produtos descartáveis como copinhos de café e a empresa, conforme a proprietária, recebe uma quantidade muito grande desse material. Só que este tipo de material não é muito reciclado, pois exige muita mão-de-obra para retirar palitinhos, papeizinhos e outros contaminantes que vêm junto.

O PEBD é reciclado a partir de saquinhos e sacolas e é destinado à produção de lonas, mangueiras pretas e sacos de lixo. A proprietária afirma que a empresa está procurando se especializar mais no PEBD, pois a comercialização é mais fácil. Se a empresa produzir 50 ou 60 toneladas de PEBD reciclado, vende facilmente.

O PEAD é destinado principalmente à produção de varetas para calçados. O PEAD reciclado pela empresa não é muito puro; ele contém PP misturado devido à similaridade de suas densidades, o que dificulta a separação. Às vezes até um funcionário que não conhece os materiais os mistura. O PP reciclado destina-se mais à produção de potes, artigos encontrados nas lojas de R\$1,99 e pastas.

O PVC comercializado pela empresa destina-se à reciclagem e à produção de canos, conexões, acessórios, eletrodutos. Um dos motivos para a não reciclagem do PVC é não misturá-lo com os outros plásticos, que são incompatíveis entre si. Aqui no Estado, segundo a proprietária da empresa X, não há procura pelo PVC reciclado; há procura em Santa Catarina, mas para a empresa isso não compensa devido ao custo do frete. Segundo sua informação, apenas uma empresa no RS compra sucata de PVC. O PET, por outro lado, está sendo comercializado prensado e enfardado (o material é enviado para um amigo da proprietária da empresa prensar) para a fabricação de cerdas de vassouras nas empresas do Estado, tal como a Bettanin, e de cordas em Santa Catarina.

Para a empresária, é possível reciclar qualquer tipo de produto plástico descartado pelos consumidores. Garrafinhas de óleo em PET são aceitas pelos clientes da empresa; é só lavá-las com algum produto químico que elas ficam limpas. A lavagem das garrafas de PET não é realizada pela empresa, a não ser quando elas vem engraxadas, aí são lavadas com detergente. O problema deste tipo de material é que são poucos os que querem gastar com a lavagem. Conforme relata, na empresa, assim como chega uma garrafa engraxada, chega uma outra com um pouco de detergente dentro, que é aproveitado e usado na lavagem.

A proprietária da empresa X considera a reciclagem de plástico uma fonte de renda para si e os seus funcionários. Além disso, a reciclagem proporciona benefícios ao meio ambiente, por estar retirando lixo da cidade e, conseqüentemente, limpando-a. O preço de venda do quilo do plástico reciclado é: R\$0,70, o PEBD aglutinado; R\$0,80, o PS aglutinado; R\$0,35, o PP e o PEAD moídos, R\$0,30, a sucata de PVC classificada e; R\$0,23, o PET classificado e prensado. Segundo a proprietária da empresa, a demanda pelo plástico reciclado é grande. A empresa nunca consegue produzir o suficiente para atendê-la totalmente.

A proprietária da empresa acredita que a população, de maneira geral, está aceitando bem a reciclagem. Prova disso é que a população ajuda, lotando os caminhões da coleta seletiva com o lixo reciclável. Há pessoas que chegam a doar a sucata de plástico para a empresa, como é o caso de uma senhora que recondiciona pára-choques. Ela chega a doar um caminhão cheio com os resíduos gerados (PP).

As dificuldades encontradas pela empresa para a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo são a total falta de incentivo e apoio da prefeitura, que só ameaça multar e fechar a empresa. A empresa já teve muitos problemas com reclamações da vizinhança de que

estaria acumulando lixo e, trazendo ratos e doenças. A explicação da proprietária para tais reclamações é a ignorância por parte da vizinhança de que a sucata pode ser reciclada e do próprio significado da reciclagem.

Outra dificuldade citada é a mão-de-obra que não é qualificada, pois conforme relata a proprietária “tem sempre que ficar em cima supervisionando e trabalhando junto”. Além disso, a empresa recebe muitos pagamentos com cheque para 30 dias, o que é financeiramente negativo.

Para aumentar a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo a proprietária da empresa sugere mais atenção e incentivos por parte do governo. As recicladoras, na sua opinião, deveriam receber mais incentivos para investir em tecnologia e na compra de equipamentos. Muitas empresas pequenas, como a sua, possuem equipamentos primitivos, muitas vezes feitos por elas mesmas, copiando equipamentos de fábrica, não sendo ainda o ideal para fazer a reciclagem. Os incentivos, conforme pensa, geralmente são dados para empresas grandes, que não são as que mais precisam.

Os planos futuros da empresa são primeiramente adquirir uma extrusora para produzir *pellets*, que podem ser comercializados por um valor cerca de 30 a 40% superior ao que é hoje vendido. Além disso, os *pellets* são garantia de um material de qualidade, que não vai causar problemas na transformação por já estar filtrado e extrudado. O outro plano da empresa é adquirir uma caminhão para não ter mais que arcar com o custo do frete.

Na época, a empresa não estava legalizada, mas segundo a proprietária dentro de uns 15 dias iria regularizar a sua situação.

### **6.2.7 Sequal**

A empresa Sequal é uma recicladora de resíduos de PET e que hoje conta com 7 funcionários. Ainda há equipamentos chegando à empresa, mas deve ficar com 8 funcionários trabalhando. Em 1995, a empresa trabalhava na área de prestação de serviços (laboratório, assistência técnica) para o Pólo Petroquímico. No final de 1996, começou o projeto de operar na área da reciclagem, uma vez que a prestação de serviços para o Pólo é uma área muito concorrida. A empresa ficou muito tempo desenvolvendo equipamentos para a reciclagem do PET e entrou em operação no final de 1998. A motivação para a entrada nessa área foi o fato

de na época ser um mercado em crescimento, com uma demanda boa pelo reciclado e uma oferta igualmente boa de resíduos.

O resíduo de PET reciclado pela SEQUAL é de origem pós-consumo, basicamente formado por garrafas de refrigerante. É possível reciclar também garrafas de xampu e de óleo vegetal, visto que seu equipamento consegue limpar este tipo de material. A sucata é comprada enfardada, com rótulos, tampa, etc. Raramente a empresa utiliza resíduo pós-industrial (pré-formas de garrafas de refrigerante), já que, por ser limpo, é um material muito disputado pelos recicladores.

A empresa não revelou a quantidade mensal reciclada. O sócio-proprietário entrevistado apenas afirma que para uma recicladora de PET ser viável economicamente, deve processar um mínimo de 50 t/mês.

Os fornecedores da Sequal são catadores, coletas seletivas, intermediários (existem muitos), igrejas e escolas do RS. Um dos motivos da empresa ter fornecedores em todo o Estado é a sazonalidade do mercado (cai cerca de 30% no inverno). Segundo o sócio-proprietário, no litoral há uma oferta maior do resíduo de PET no verão, e em Porto Alegre há uma determinada quantidade, que não é a ideal, mas que tem a melhor qualidade. O interior do Estado agora que está começando a organizar a coleta seletiva.

O critério de escolha para os fornecedores é a qualidade. Os fornecedores trazem amostras do material para a Sequal verificar a presença de contaminantes indesejados (como, por exemplo, graxa). Os funcionários da empresa colocam a amostra no equipamento para testar e verificar se não causará problemas. A qualidade dos fornecedores no Estado varia muito. Conforme relata o entrevistado, já houve casos de fornecedores que enviaram material com graxa, com um gato morto, com pedras, barra de ferro, ou areia para fazer peso e outros, uma vez que o valor pago também é proporcional ao peso do material.

O sócio-proprietário da Sequal afirma que hoje a situação já mudou bastante e o próprio mercado vai excluindo este tipo de fornecedor. Informa ainda que, de maneira geral, a qualidade do material proveniente da coleta seletiva e dos intermediários está boa. Além disso, a disputa pela sucata de PET é muito grande, mas é possível conseguí-la, só que por um preço maior.

O preço da sucata varia muito. O PET proveniente da coleta seletiva de Porto Alegre varia entre R\$0,15 a R\$0,20 o quilo, conforme o Quadro 15. É um preço médio e é sazonal: baixa no verão e sobe no inverno, conforme a oferta. Mas o preço depende também muito da forma em que a sucata se encontra.

Matéria-prima	Preço pago (R\$/kg)	Quantidade reciclada (t/mês)	Operações realizadas	Forma de venda do material reciclado	Valor de venda (R\$/kg)
PET	0,15 – 0,20	não revelada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• moagem</li> <li>• remoção dos contaminantes</li> <li>• nova moagem</li> </ul>	<i>flakes</i>	0,65

Quadro 15: A reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo na Sequal

A Sequal trabalha com duas cores de sucata PET: a transparente e a verde. A transparente é possível pigmentar, a verde não. Por este motivo, empresas que produzem fibra geralmente preferem reciclado transparente e as que produzem corda preferem o verde. A sucata transparente é mais abundante, devido às garrafas de refrigerante da Coca-Cola e da Pepsi-Cola serem feitas com material desta cor, mas têm preço maior devido à maior procura.

De acordo com o sócio-proprietário da Sequal, a reciclagem do PET é muito difícil, tanto que foram as empresas produtoras de PET que desenvolveram o processo. O PET é um dos plásticos que possui maior resistência mecânica e por isso exige equipamentos especiais, diferentes dos comuns existentes para a reciclagem dos outros tipos de plástico. O processo consiste na moagem da garrafa PET, na retirada dos contaminantes, na lavagem e em uma nova moagem, sendo o material resultante o denominado *flake*. A moagem do PET é simples, o difícil é a retirada dos contaminantes. A extrusão não é feita pela a empresa, que já vem pensando em realizar esta etapa também. O processo não foi revelado em maiores detalhes pela empresa.

Os contaminantes são retirados automaticamente. Eles são a tampa (feita de PP), o rótulo (feito de PE ou PP), pedras e metais. O PE e o PP são contaminantes, pois queimam ao serem extrudados junto com o PET. A separação da garrafa PET do rótulo e da tampa se dá através da decantação, separando-os pela diferença de densidade dos materiais; o PET

permanece no fundo e o PP e o PE flutuam em um tanque com água. Essa separação é um processo simples e conhecido por todos de maneira geral. O segredo da reciclagem das garrafas PET está na retirada dos seguintes contaminantes: pedras, metais, areia, barro e a essência do refrigerante.

A empresa só possui dois equipamentos que foram comprados prontos; os outros foram desenvolvidos por ela, sendo que a maioria na base da tentativa e erro. Foram visitadas recicladoras de outros tipos de plásticos para verificar o que poderia ser aplicado para a reciclagem das garrafas PET e muita coisa foi desenvolvida a partir das exigências de especificações dos compradores de *flakes*.

Os equipamentos comprados foram uma centrífuga e um moinho, mas que ainda não são o ideal para o processo da empresa e serão adaptados. Os dois outros sócios da Sequal possuem uma empresa do ramo metal-mecânico e por isso a recicladora tem uma certa facilidade para desenvolver equipamentos para o seu processo. Depois da Sequal já estar em operação e conseguir atender as especificações do mercado, estabeleceu-se uma parceria com as empresas clientes que já dominavam o processo e começaram a haver trocas de informações sobre a tecnologia.

A empresa possui licença de operação da FEPAM. Entre os resíduos gerados estão o rótulo e a tampa das garrafas, que são separados e vendidos. O papelão que vem no material enfiado também é separado e vendido. Como subproduto do processo é gerado pó de PET (os finos do processo que estão fora das especificações dos clientes), que é vendido para indústrias de resinas alquídicas. As resinas alquídicas são usadas na produção de tintas (Sammarco e Delfini, 1999).

A empresa tem um sistema para os rejeitos, por decantação. O lodo gerado é retirado e estocado em containers, conforme determinação da FEPAM. Este lodo é formado basicamente por resíduos orgânicos provenientes da garrafa: refrigerante. Como é um lodo rico em proteína, a Sequal está estudando a possibilidade de enviá-lo para quem trabalha com minhocas. A empresa está concluindo as análises e depois só espera a aprovação da FEPAM para dar esta destinação ao lodo.

Os *flakes* de PET são vendidos a clientes como: a Unnafibras e a Rhodia-Ster, fabricantes de fibras em São Paulo, a Arteplas, produtora de corda em SC e a Bettanin,

fabricante de vassouras no RS. Estas empresas também realizam a reciclagem, porém não conseguem atender toda a sua demanda e por isso também compram o PET já reciclado. A empresa vende direto ao cliente; ela já realizou uma venda através de um intermediário, mas a experiência não foi boa. Além disso, o sócio-proprietário da empresa considera o mercado da reciclagem de PET muito fechado e que os intermediários não são necessários.

O valor de venda médio do flake é de R\$0,65/kg, mas pode variar. Se o cliente quiser comprar somente material transparente, o preço será maior, se quiser material verde, o preço será menor, assim como o preço será diferente se o material for misturado. A demanda pelo PET reciclado é boa se o produto tiver qualidade, constituindo um mercado em crescimento. A Sequal estima que o consumo do PET reciclado no Brasil seja de no mínimo de 1000t/mês.

São citadas como algumas aplicações do PET reciclado cerdas de vassoura, cordas, carpetes, telhas, embalagens e fibras, lembrando que a legislação não permite a fabricação de produtos a partir de plástico reciclado que entrem em contato direto com alimentos ou materiais farmacêuticos.

Alguns benefícios proporcionados pela reciclagem do plástico são citados pelo sócio-proprietário da Sequal. Primeiramente, a reciclagem proporciona uma matéria-prima de baixo custo. Além disso, as empresas que trabalham com material virgem estão sujeitas às flutuações no valor do petróleo e do dólar, ao contrário do reciclado, que apresenta uma maior estabilidade em seu mercado.

A reciclagem traz também benefícios ambientais, que são exemplificados com os resíduos de PET. As garrafas de refrigerante de 2 litros possuem um volume grande para o seu peso e apresentam uma alta resistência mecânica. A reciclagem evita que um grande volume de lixo, difícil de ser prensado, vá para os aterros. Além disso, a garrafa PET é consumida rapidamente e descartada, com o plástico levando em média cerca de 400 anos para degradar. Geralmente as garrafas PET são recicladas e transformadas em produtos com tempo de vida maior. Outro benefício citado é o social, proporcionado através da geração de renda para pessoas não qualificadas, com baixa formação escolar, em toda a cadeia da reciclagem.

Entre as barreiras enfrentadas para a reciclagem, está a pouca informação tecnológica disponível, devido o processo de reciclagem do PET ser muito recente e até



mesmo devido ao sigilo industrial. Conforme o entrevistado, a disputa por matéria-prima é muito acirrada com outros estados do Brasil, como Santa Catarina e São Paulo. Relata, ainda, que há empresas que fornecem nota fiscal com um valor mais baixo para pagar menos ICMS e a matéria-prima acaba indo para os outros estados.

Outra queixa do empresário é a ausência de benefícios fiscais para as empresas de reciclagem, que na verdade, estão contribuindo para despoluir o meio ambiente. Segundo sua visão, a empresa tem os mesmos encargos que uma empresa que gera o resíduo e polui. A Sequal tem como matéria-prima sucata e a parte do processo que ela realiza não paga ICMS. Mas, se a empresa fabricasse um produto final, já teria que pagar IPI e ICMS.

O PVC (encontrado nos vedantes das tampas das garrafas de refrigerante) já foi o grande vilão na reciclagem do PET, por contaminar este processo. O PVC apresenta propriedades similares ao PET, o que torna a separação destes dois plásticos muito difícil. No entanto, hoje este problema reduziu bastante, até pelo fato do PET vir conquistando o mercado do PVC. Para o sócio-proprietário da Sequal, o PET vem conquistando também o mercado do PS, pelo primeiro ser mais barato e mais resistente.

Na sua opinião, a maioria da população não sabe que determinados produtos são feitos a partir de plástico reciclado. Muitas empresas não indicam esta informação no produto final por receio deste ser marginalizado por ter vindo do lixo.

O sócio-proprietário sugere, para melhorar a reciclagem do PET no Estado, a concessão de benefícios fiscais. As usinas de triagem precisam também se organizar melhor de forma a aproveitar mais material. Conforme entende, se a quantidade de PET separado nas usinas fosse maior, com certeza haveria consumo. O entrevistado afirma ainda que as usinas de Novo Hamburgo e São Leopoldo aproveitam todo o PET que chega lá, porém Porto Alegre deve separar para a reciclagem em torno de 20 ou 30%, com muitas garrafas PET enviadas para aterro. Outra sugestão é que em Porto Alegre a venda do material das usinas se desse através de concorrência pública, para evitar os intermediários e favorecer a usina de triagem e o reciclador.

Os planos da Sequal são realizar a etapa de peletização, que não exige um investimento tão alto. Empresas que produzem fibras e cordas e a Bettanin não utilizam *pellets*, pois possuem uma extrusora especial, mas mesmo assim o *pellet* ainda tem um

mercado bom. Outro plano revelado é a fabricação do produto final, mas isto exigirá ainda uma análise de mercado para decidir o produto. O sócio-proprietário da Sequal acredita que a reciclagem do PET é uma tendência. O mercado, na sua visão, é bom e só não apresenta um crescimento mais elevado devido à dificuldade tecnológica.

### **6.2.8 Bettanin**

A empresa Bettanin faz parte do Grupo Bettapar, uma *holding* formada por quatro empresas: a própria Bettanin (fabricante de escovas, vassouras e espumas), a Plásticos Sanremo (fabricante de potes e utensílios domésticos), a Pincéis Atlas (fabricante de pincéis, broxas, artigos para pintura) e a Primafer (fabricante de cabides e utensílios para banheiro). A empresa Bettanin, em operação desde 1948, tem aproximadamente 1000 funcionários e o grupo todo cerca de 2000 funcionários (Hiwatashi, 1999).

A Bettanin recicla PET e PP e transforma o material reciclado em cerdas e cepas pretas, respectivamente, para as vassouras que produz. Estes componentes das vassouras são totalmente fabricados a partir de plástico reciclado. Segundo Figueiró (1999), supervisor de processos plásticos da Bettanin, cerca de 70% da matéria-prima processada na empresa é reciclada.

O PET reciclado (Quadro 16) é obtido a partir, principalmente, de garrafas de refrigerante (resíduos pós-consumo) e uma pequena parte a partir de pré-formas de garrafas fora de especificação e sobras de processo resultantes da fabricação dessas pré-formas (resíduos pós-industriais). Antigamente, a empresa utilizava PP virgem para a fabricação das cerdas e das cepas. As garrafas de refrigerante recicladas pela Bettanin são vendidas à empresa prensadas sujas e com o rótulo e a tampa (que são feitos de tipos de plástico diferentes do PET). O preço destas garrafas e a quantidade reciclada mensalmente não foram revelados pelo supervisor de produção. Mas, segundo Figueiró (1999), a Bettanin recicla 3,2% do total anual de PET reciclado no Brasil, evitando que 2400m<sup>3</sup> de PET sejam enviados para aterros.

Matéria-prima	Operações realizadas p/a reciclagem	Processo de transformação	Produtos comercializados
PET	<ul style="list-style-type: none"> <li>• classificação</li> <li>• moagem</li> <li>• remoção dos contaminantes</li> </ul>	extrusão de monofilamentos	Vassouras (o PET reciclado é usado nas cerdas)

Quadro 16: A reciclagem e transformação de resíduos plásticos pós-consumo na Bettanin

A Bettanin não produz o suficiente para atender toda a sua demanda e, por isso, também compra *flakes* de PET prontos. Para isto, ela possui três fornecedores: a Sequal, a Petropar e uma empresa recicladora em Santa Catarina. A Petropar fornece as sobras do processo de fabricação das pré-formas moídas e as pré-formas prontas fora de especificação (não-moídas). Este material, pós-industrial, é material sem impureza nenhuma, fácil de processar, porém mais caro. Mas vale a pena comprá-lo porque ele é utilizado direto no processo de transformação, para um tipo de fio especial branco para escovas, que não é possível de obter com as garrafas de refrigerante provenientes do lixo doméstico, pois elas apresentam impurezas e não permitem a pigmentação nessa cor. Com estas se produz fio amarelo e rosa para as cerdas das vassouras.

A reciclagem do PP é feita a partir de material limpo, como bobinas de embalagens, que estão fora da especificação desejada pelas empresas fornecedoras (como a Seven Boys), borras, resíduos de processo das empresas OPP Petroquímica e Ipiranga Petroquímica, e o próprio resíduo de processo da Bettanin, ou seja, a partir de resíduos pós-industriais. Por este motivo, esta reciclagem não será estudada neste trabalho.

Os critérios para a escolha dos fornecedores são a qualidade (do *flake* de PET e da sucata de PP, pois a sucata de PET é comprada suja) e o preço. Segundo o supervisor de produção da Bettanin, a oferta de sucata e de *flakes* é grande. Porém, a oferta de *flakes* apresenta problemas de qualidade, como por exemplo, comercialização de material com finos (material com granulometria menor que o desejado e que dificulta o seu processamento) por um dos fornecedores. A Bettanin procura dar orientação aos seus fornecedores, como aconteceu com a Sequal, que fez modificações na sua planta. Muitas recicladoras tentam ser

fornecedoras da Bettanin, mas não são aceitas porque não conseguem manter um padrão de qualidade.

A sucata de garrafas de refrigerante de PET já foi comprada sem contaminantes pela empresa (rótulos e tampas), de coletas seletivas. Mas empresas de Santa Catarina e São Paulo começaram a comprar sucata também no Estado, elevando o seu preço. Por isso, a Bettanin passou a comprar garrafas sujas, com contaminantes, mas por um preço inferior. Segundo o supervisor de produção, “tem muita empresa de fora do Estado procurando garrafas aqui e começou a ficar muito alto o preço das garrafas. Então, a gente paga o mesmo preço e a garrafa pode vir suja”.

O processo de reciclagem de PET da Bettanin inicia a partir das garrafas de refrigerantes prensadas e enfardadas. Segundo o supervisor de produção, “a tecnologia toda é como tirar a sujeira e a impureza das garrafas”. Em um mezanino com base gradeada, os fardos são abertos e o grosso dos contaminantes, que acompanham as garrafas, cai em um carrinho abaixo deste mezanino. Uma esteira dosadora dosa a produção, enviando a sucata para uma espécie de peneira rotativa, onde ocorre também uma lavagem do material, onde tampas, rótulos, terra e outros contaminantes são separados.

Depois, as garrafas vão para uma esteira, onde são selecionadas manualmente por um operador, que retira do processo garrafas que não são feitas de PET e garrafas muito sujas ou com óleo. Os fardos de garrafas normalmente já estão classificados por cor (verde ou transparente), mas, nesta etapa, também é feita uma reclassificação para a certificar-se da correta classificação.

A sucata classificada é alimentada em um moinho com lavadora, cuja saída possui uma peneira para a eliminação da sujeira lavada. O material moído é enviado para um tanque de decantação com água, onde rótulos e tampas são separados através da diferença de densidade. Os rótulos e tampas, conforme já foi dito, normalmente são feitos de PP, possuindo uma densidade menor que a água e, por isso, flutuam, enquanto o PET, mais denso, é descarregado no fundo do tanque e enviado para uma centrífuga. No decantador, há uma lima que retira metais ferrosos do PET. Na centrífuga, ar quente passa em contracorrente com o PET moído (o *flake*), secando o material. Após a centrifugação, há uma peneira vibratória, onde os finos são separados dos *flakes*. Esta peneira é equipada com eletroimã para a separação dos metais ferrosos.

O PVC, considerado um dos maiores contaminantes do PET, não é um problema para a Bettanin. O vedante da tampa da garrafa de refrigerante é feito de PVC, mas como está dentro da tampa, é eliminado junto com ela.

Os finos são extrudados e peletizados para utilização no processo de transformação em fio. Os *flakes* vão direto para a transformação, depois de uma análise de algumas amostras em laboratório, além de uma análise manual por um operador da quantidade de rótulos, metais e da presença de outros materiais (como algum cavaquinho de madeira, ou algum pedaço de pano).

A presença de finos no processo de transformação em fio para as cerdas da vassoura traz problemas a este processo. Por este motivo, os finos são, juntamente com resíduos provenientes de fios de cerdas e sobras de processo da Bettanin, moídos, extrudados e peletizados. Antes da extrusora, há uma espécie de aglutinador, que é usado com o objetivo de elevar a temperatura do PET para que ele possa ser processado. A transformação de *pellets* e *flakes* de PET em fios se dá através do processo de extrusão de monofilamento.

A planta de reciclagem de PET foi copiada de uma planta européia. Alguns equipamentos foram comprados nos Estados Unidos (Hiwatashi, 1999) e outros desenvolvidos dentro da própria empresa. A reciclagem do PP, segundo o supervisor de produção, é básica, com extrusoras e moinho convencionais. A reciclagem do PET é mais complicada quando comparada à do PP. O PET tem propriedades diferentes que tornam a sua reciclagem mais difícil. Ele é higroscópico, por exemplo, exigindo um cuidadoso processo de secagem. Além disso, nas garrafas PET vêm muitos contaminantes, o que exige um processo rigoroso de descontaminação.

Os resíduos plásticos provenientes do processo da Bettanin são reciclados dentro da empresa, como já foi mencionado anteriormente. Os contaminantes das garrafas de PET, como rótulos e tampas, são enviados para um aterro sanitário. A água da lavagem da sucata de PET é utilizada em circuito fechado. Há um açude na parte de trás da empresa, que alimenta a lavadora e depois recebe a água novamente. Uma vez por ano, o lodo que se forma é retirado do açude.

Segundo Hiwatashi (1999), no começo da década de 90, com a escassez do PP, a empresa resolveu investir na reciclagem do PET, substituindo o PP virgem por PET reciclado.

A motivação para o uso do plástico reciclado para a fabricação dos seus produtos foi o custo inferior ao do uso de matéria-prima virgem. Dentro da empresa, há a filosofia que vale a pena reciclar se o custo é reduzido pela metade. Segundo Figueiró (1999), a reciclagem do PET proporciona uma redução de 70% em relação ao custo do PP virgem e uma redução de 62% em relação ao custo do PET virgem.

Os produtos da Bettanin não têm nenhuma indicação informando que são feitos a partir de matéria-prima reciclada. Na *homepage* da empresa, a reciclagem é apenas citada como um processo desempenhado por ela, mas não são mencionados quais produtos são feitos a partir de plástico reciclado; não são revelados maiores detalhes. Se os produtos tivessem a indicação do conteúdo de material reciclado, o supervisor de produção acredita que eles seriam valorizados pelos consumidores brasileiros, mas entende que esses consumidores não pagariam mais caro por tal característica.

A dificuldade maior encontrada pela a empresa para a reciclagem de plásticos, segundo o supervisor de produção, é a qualidade da matéria-prima a ser processada dentro da Bettanin. Para melhorar a reciclagem de plásticos pós-consumo no Rio Grande do Sul, é sugerido o desenvolvimento de tecnologia para a reciclagem no Brasil e parcerias entre universidades e pequenos recicladores. A Bettanin tenta comprar material já reciclado, no entanto não consegue obter material de qualidade. O negócio da Bettanin é a produção de vassouras, esponjas e escovas e a empresa faz a reciclagem por não conseguir fornecedores com um padrão de qualidade.

A empresa tem planos de ampliar a reciclagem. Alguns tipos de vassouras utilizam fios de *nylon* em suas cerdas e escovas de roupas, esfregões e escovinhas para unhas utilizam fio de PP virgem. A Bettanin está estudando a substituição destes materiais por fio de PET reciclado, mantendo as mesmas propriedades atuais.

## **7 ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO**

### **7.1 Análise dos resultados**

A análise dos resultados apresentados no capítulo anterior será feita a seguir, orientada pelos objetivos específicos da pesquisa propostos no início deste trabalho.

#### **7.1.1 Caracterizar o elo reciclagem/ transformação de resíduos plásticos pós-consumo da cadeia petroquímica no RS, procurando identificar diferenças existentes entre a reciclagem de PP, PEAD, PEBD, PET, PVC e PS**

O estudo de casos desenvolvido no Capítulo 6 fornece elementos para caracterizar o elo reciclagem/transformação de resíduos plásticos pós-consumo no RS. A tecnologia da reciclagem de plástico permite a existência de empresas recicladoras, produzindo matéria-prima reciclada, e empresas transformadoras, o que não acontece com outros materiais recicláveis como o papel e o vidro. A reciclagem desses materiais se dá em uma empresa que é recicladora/transformadora, de acordo com a classificação adotada neste trabalho. Verificou-se a existência de três tipos de empresas que processam o resíduo plástico, que neste estudo foram classificadas como recicladoras, recicladoras/transformadoras e transformadoras. A reciclagem/transformação dos resíduos plásticos se dá através de várias operações que, conforme os casos estudados, podem ser realizadas por empresas diferentes. As principais características visualizadas nas empresas estudadas são demonstradas no Quadro 17.

As recicladoras são empresas que convertem sucata plástica pós-consumo em matéria-prima reciclada para as empresas de transformação (terceira geração petroquímica). As três empresas recicladoras estudadas (RDI, Sequal e Empresa X) são empresas pequenas, o que concorda com a percepção de Sammarco e Delfini (1999) de que as recicladoras de resíduos plásticos são, na sua maior parte, micro e pequenas empresas. Estas empresas trabalham com vários fornecedores, que são catadores, coletas seletivas, usinas de triagem e

intermediários. Além disso, reciclam mais de um tipo de plástico, com exceção do PET (que tem propriedades e processo diferenciados), sendo que os diferentes tipos devem ser reciclados separadamente, uma vez que possuem propriedades distintas.

	Empresa	Nº de funcionários	Plásticos pós-consumo reciclados e/ou transformados (t/mês)	Preço médio pago pelo resíduo (R\$/kg)	Valor de venda do plástico reciclado (R\$/kg)	Principais operações realizadas para a reciclagem	Processo de transformação
RECICLADORAS	RDI	13	PEAD (4); PEBD (4); PP (1,5); PS (1)	-	plástico aglutinado (0,50); PEAD moído (0,35); PS moído (0,40)	triagem moagem lavagem secagem aglutinação	-
	Empresa X	5	PEAD (10); PEBD (20); PP (5); PS (2 - 3)	Plástico misturado (0,20)	PEAD moído (0,30); PEBD aglutinado (0,70); PP moído (0,35); PS aglutinado (0,80)		-
	Sequal	7	PET (não revelado)	PET (0,15 - 0,20)	Flakes de PET (0,65)		moagem remoção dos contaminantes nova moagem
RECICLADORAS/ TRANSFORMADORAS	Plastisul	220	PEBD (250)	PEBD (0,22)	-	moagem lavagem secagem aglutinação extrusão granulação	extrusão
	Odim	50	PEAD (2); PEBD (6); PP (30)	PP (0,10); PEAD e PEBD (0,15)	-		extrusão e injeção
	Alplast	23	PEAD (5); PEBD (20); PVC (8)	PEAD, PEBD e PVC (0,15)	-		extrusão
	Bettanin	1000	PET (não revelada)	PET (não revelado)	-		classificação moagem remoção dos contaminantes
TRANSFORMADORA	Scórpio	19	PEAD (24); PP (5), PS (4)	PEAD reciclado (moído) (0,35); PP reciclado (moído) (0,40); PS reciclado (moído) (0,50)	-	-	injeção

Quadro 17: Principais características das empresas estudadas



A RDI, apesar de ser considerada no estudo uma recicladora, é uma usina de triagem, similar às Unidades de Reciclagem que fazem a separação do material coletado pelo DMLU (via coleta seletiva), descritas por Hiwatashi (1999). Porém, por reciclar o plástico, foi classificada no trabalho como recicladora. Esta empresa reforça a idéia (já comentada) de que as atividades envolvidas no reaproveitamento do lixo urbano, especialmente no caso do plástico, podem ser desempenhadas por mais de uma empresa. A cidade de Dois Irmãos, inclusive, mereceria um estudo mais profundo, em que fosse analisado o gerenciamento dos seus resíduos sólidos. Nesta cidade, conforme Ritter (1999), 20% do lixo coletado é proveniente da coleta seletiva, um percentual alto, se comparado a Porto Alegre (4%), por exemplo.

As empresas consideradas como recicladoras/transformadoras são empresas que reciclam para o seu consumo interno, para a fabricação de um produto final. Foram classificadas assim as empresas Alplast, Odim, Plastisul e Bettanin. Estas empresas também trabalham com muitos e pequenos fornecedores do mesmo tipo citado pelas recicladoras. Algumas delas não conseguem reciclar o suficiente para atender a sua demanda interna e consomem resíduos plásticos reciclados de terceiros. Mas, três das empresas investigadas mencionaram que o plástico reciclado internamente apresenta uma qualidade superior à da matéria-prima reciclada comprada de fornecedores externos, indicando deficiências na qualidade das recicladoras existentes no RS.

A Alplast, a Odim e a Plastisul preferem comprar resíduo plástico pós-consumo, que tem como origem lixo industrial, como sacarias (de resinas plásticas virgens, cimento, farinha, etc.), por serem mais limpos e livres de material orgânico. A Bettanin, por reciclar PET, utiliza garrafas de refrigerante, que são facilmente identificadas por catadores e sucateiros em geral, mas a reciclagem do PP se dá a partir, principalmente, de resíduo pós-industrial, em função de ser limpo e separado de outros tipo de plásticos.

As empresas classificadas neste estudo como recicladoras/transformadoras têm como atividade principal a transformação do plástico em um produto final. A reciclagem realizada por elas é um meio de reduzir seus custos. Portanto, todas as empresas estudadas compram a sucata plástica já separada pelo tipo de plástico que desejam, pois para elas não compensa realizar esta triagem. A Plastisul, inclusive, não costuma comprar sucata de

Unidades de Reciclagem (galpões de triagem), porque normalmente não separam o plástico por tipo.

A preferência generalizada por resíduos limpos revela a importância vital da coleta seletiva para o reaproveitamento máximo dos resíduos plásticos provenientes do lixo domiciliar, assim como programas de educação da população, para que ela participe da coleta seletiva, separando corretamente o lixo seco, e de qualificação de sucateiros e pessoas que trabalham em usinas de triagem para a correta identificação e separação dos diferentes tipos de plásticos. Além disso, essa preferência concorda com o resultado de pesquisa realizada na Grande São Paulo com 180 recicladoras de resíduos plásticos, onde 73% das empresas preferem comprar material limpo e 71% preferem comprar sucatas da indústria (PLASTIVIDA, 1999a). As recicladoras e recicladoras/transformadoras, com exceção da RDI, que possui um acordo com a prefeitura, consomem também resíduo pós-industrial.

A sucata pós-consumo e o resíduo plástico reciclado consumidos pelas empresas estudadas têm preço regulado pela oferta e procura e também pela qualidade do material. O PVC e o PS, por serem mais escassos (devido ao fato de serem menos usados em embalagens do que os outros plásticos), têm preço maior. Segundo uma das recicladoras, só há uma empresa no Estado que consome sucata de PVC pós-consumo. O resíduo pós-consumo de PEBD é o mais abundante e uma empresa sozinha processa 250 t/mês deste tipo de sucata. Os resíduos rígidos de PEAD e PP são chamados de “balde e bacia”, por serem na sua maioria, materiais de utilidade doméstica e, do mesmo modo, possuem uma oferta boa.

O PET é um caso à parte na reciclagem do resíduo plástico pós-consumo. Os resíduos reciclados são garrafas de refrigerantes e são muito disputados pelas recicladoras, inclusive pelas recicladoras fora do RS, principalmente as de São Paulo e Santa Catarina. O PET está em primeiro lugar no *ranking* dos plásticos recicláveis. Esta posição é garantida pelas suas propriedades e pelo aumento da sua demanda. O PET tem alta resistência mecânica e praticamente não perde suas propriedades depois de ser reciclado (Aguiar e Philippi Jr., 1999).

As garrafas de refrigerante são responsáveis pelo consumo de 70% do total de embalagens de PET e, de 1996 para 1997, esse consumo aumentou em 24% no Brasil e de 1997 para 1998, em 17% (Sammarco e Delfini, 1999). A recicladora, produtora de *flakes*, Sequal e a recicladora/transformadora Bettanin consomem garrafas sujas com contaminantes

(os plásticos do rótulo e da tampa, metais, pedras, etc.), pois possuem tecnologia para a sua remoção.

Neste trabalho foi estudada somente uma transformadora, que consome matéria-prima reciclada de fornecedores externos. Seus fornecedores também são inúmeros e pequenos e a qualidade da matéria-prima reciclada é adequada à aplicação que se destina, varetas para armar calçados. Nenhum fornecedor consegue atender a sua demanda por material reciclado sozinho.

### 7.1.2 Descrever a tecnologia empregada pelas empresas recicladoras de resíduos plásticos pós-consumo no RS

Neste elo são desempenhadas as seguintes atividades: triagem dos resíduos plásticos por tipo de resina, moagem, lavagem/descontaminação, secagem, aglutinação (quando necessário), extrusão e granulação e transformação (no caso das recicladoras/transformadoras), conforme Figura 6. A necessidade ou não destas atividades depende do tipo de plástico a ser reciclado, da qualidade (limpeza) do material e do processo de transformação a ser realizado.

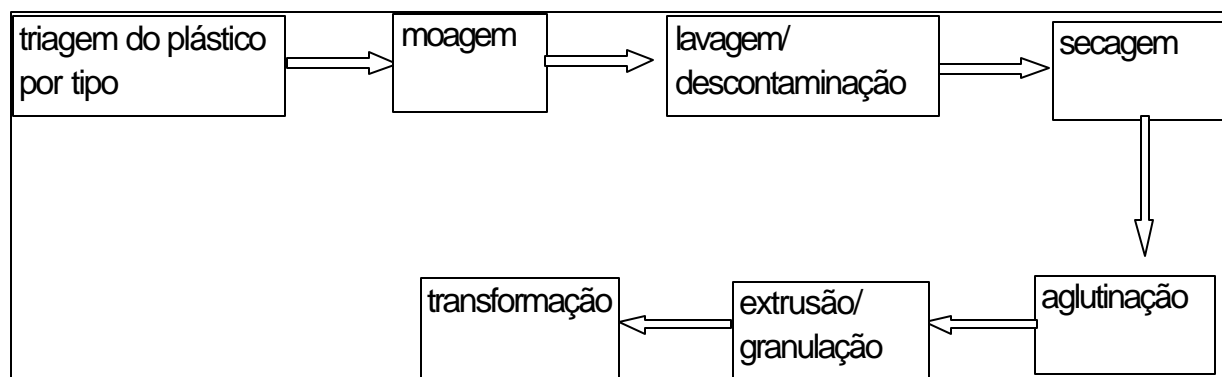


Figura 6: Operações desempenhadas pelas recicladoras estudadas

Percebe-se que, nas empresas estudadas, o processo de reciclagem de resíduos pós-consumo de PEBD, PEAD, PP e PS são similares, tanto que as recicladoras RDI e Empresa X trabalham com esses tipos de plásticos. O PVC e o PET têm propriedades similares e são contaminantes um do outro e dos plásticos citados anteriormente. Por isso, são reciclados por empresas diferentes. E, se uma empresa recicla mais de um tipo, recicla-os em áreas separadas e com equipamentos próprios para cada plástico (na Alplast existem alguns

equipamentos para o PVC e outros para o PEBD e o PEAD, na Bettanin, equipamentos separados para o PET e o PP, por exemplo). As recicladoras apenas separam os plásticos por tipo e vendem a sucata de PET e PVC.

A operação de extrusão e peletização (granulação) nas empresas investigadas é muitas vezes eliminada, com o objetivo de reduzir custos. Mas, segundo as empresas estudadas, essa etapa é garantia de um produto de qualidade, sem contaminantes. Dada essa afirmação, esta etapa parece ser de extrema importância para a reciclagem dos resíduos provenientes do lixo domiciliar. Não se tem aqui elementos suficientes para avaliar esta prática corrente nas empresas, mas seria importante avaliar o seu impacto na fabricação de produtos (na pesquisa verificou-se uma tendência das empresas que têm como processo a injeção eliminarem-na).

O PET apresenta tecnologia de reciclagem mais complexa, envolvendo operações para a retirada dos contaminantes normalmente presentes nas garrafas de refrigerantes. As garrafas, nas duas empresas que as reciclam, são compradas sujas e os equipamentos dessas empresas removem rótulos, tampas, metais, pedras e outros. A tecnologia empregada para esta descontaminação é quase toda automatizada e o processo é contínuo. Pelas entrevistas, verifica-se que a Bettanin e a Sequal estabeleceram parcerias para a melhoria da tecnologia.

Percebe-se que as empresas recicladoras (com exceção da Sequal) e as recicladoras/transformadoras (as menores) estudadas possuem equipamentos mais rudimentares, não sendo sua tecnologia automatizada. Essas empresas não têm acesso à informação (formal) e suas melhorias nos processos são informais, baseadas na experiência e na tentativa. Esta percepção contraria os resultados da pesquisa de Braguirolli (1999), que identificou as empresas recicladoras como tendo capacidade tecnológica intermediária e aprendizado através do processo aprender conhecendo. Mas, é importante salientar que a pesquisa de Braguirolli (1999) abrangeu apenas sete empresas que indicavam ter como processo principal a reciclagem. Além disso, não é possível saber se estas empresas processam resíduo plástico pós-consumo ou pós-industrial (ou ambos) e se produzem algum produto final. Também não abrangeu empresas com menos de 10 funcionários: na presente pesquisa, das três empresas recicladoras, duas estão nesta condição, sem mencionar o fato também da suposição já feita aqui da existência de muitas empresas clandestinas.

As empresas maiores, especificamente a Odim, a Plastisul e a Bettanin, têm tecnologia mais moderna, automatizada, buscada no exterior. A tecnologia estrangeira, porém, ainda é muito cara para a realidade dessas empresas, que sentem falta de uma tecnologia desenvolvida no Brasil, de fabricantes de equipamentos nacionais adaptados a realidade local. Para contornar esta situação, investem no desenvolvimento de soluções internamente, tentando reduzir seus custos.

No entanto, verifica-se, com exceção das empresas que processam PET, que suas tecnologias são fortemente dependentes da qualidade do material a ser reciclado, independente da tecnologia adotada. A reciclagem do plástico pós-consumo é basicamente a sua descontaminação. No exterior, já existem tecnologias para a descontaminação totalmente automatizadas. Além disso, a preocupação, na Alemanha por exemplo, com a reciclagem já começa na coleta, que é diferenciada para cada tipo de material, ao contrário do RS e demais estados brasileiros, onde os poucos municípios que realizam a coleta seletiva, coletam os resíduos recicláveis todos misturados, dificultando o seu reaproveitamento.

A tecnologia para a remoção dos contaminantes deve ser muito eficiente para possibilitar a fabricação de produtos de boa qualidade e não causar desgaste nos equipamentos. Porém, os casos estudados indicam que a qualidade dos plásticos reciclados no RS não está satisfatória, assim como a oferta de sucata plástica e, portanto, a tecnologia adotada pelas recicladoras ainda é deficitária. O avanço tecnológico da reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo permitiria a produção de uma matéria-prima de melhor qualidade e possibilitaria a expansão do consumo de material reciclado nas empresas transformadoras, aumentando a competitividade do setor.

As empresas investigadas fabricam produtos simples, que não requerem propriedades extraordinárias, como a resistência mecânica: varetas para calçados, tubos, mangueiras, vassouras, pás para lixo e lonas. Na pesquisa realizada pela UFRGS/Copesul (mencionada no capítulo 5) com empresas recicladoras e transformadoras do RS, as aplicações do resíduo plástico pós-consumo reciclado são, além das identificadas nesta dissertação, garrafas para alvejantes, caixas para ferramentas, gaveteiros, espátulas, esquadros, solados e saltos para calçados. Isto revela a ausência, ainda, no Estado de investimentos em novas tecnologias para fabricar novos produtos.

Há carência também de pesquisas de ligas de material reciclado com as resinas virgens, assim como desenvolvimento local de tecnologia de reciclagem dos diferentes tipos de plásticos misturados. O desenvolvimento dessas pesquisas, sem esquecer do desenvolvimento de mecanismos para transferir todo esse conhecimento, pode, além de contribuir para o gerenciamento dos resíduos plásticos, criar novas oportunidades de negócios.

As diferenças existentes entre o desenvolvimento de tecnologia para a reciclagem do plástico no Brasil e nos países desenvolvidos, embora estes ainda enfrentem muitas dificuldades para viabilizar economicamente a reciclagem, pode ser explicada pelo fato dos últimos possuírem políticas nacionais incentivando esta atividade através da responsabilização das indústrias. Para Porter e Linde (1995), a legislação contribui para gerar inovações que transformam as exigências ambientais, sempre consideradas como barreiras, em oportunidades. Na Alemanha, para atingir a cota mínima de reciclagem, as empresas se organizaram e vêm pagando os seus custos. Isto promove inovações em empresas fabricantes de embalagens e outros produtos plásticos, que os produzem de forma a facilitar sua reciclagem, assim como investimentos em tecnologia para a reciclagem com o objetivo de viabilizá-la economicamente e o desenvolvimento de novas aplicações para garantir o mercado do reciclado (muito do que é reciclado pela Alemanha é exportado para a Ásia).

Entre os plásticos estudados, o PET é um caso à parte, pois o produto reciclado consegue manter as mesmas propriedades da resina virgem e o mercado de reciclagem é muito restrito, segundo informações fornecidas pelas empresas estudadas. Segundo o proprietário da Sequal, as especificações das empresas transformadoras são muito rígidas e as recicladoras que não conseguem atendê-las acabam fechando. Prova disso é o fato da autora ter identificado no RS apenas três empresas que reciclam ou transformam PET reciclado: a Sequal, a Bettanin e uma outra empresa que se negou ser entrevistada. As empresas pertencentes à cadeia do PET, por sua vez, estão organizadas através da ABEPET, que tem interesse na reciclagem deste material e promove ações para incentivá-la, contribuindo também para o seu desenvolvimento tecnológico. No entanto, as garrafas de refrigerante são feitas de duas cores: transparente (cristal) e verde. A garrafa de cor verde reciclada não permite a pigmentação do produto transformado. A produção, portanto, somente de garrafas transparentes poderia aumentar o mercado do resíduo reciclado.

### 7.1.3 Analisar as barreiras e as oportunidades existentes para a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo e a transformação deste material reciclado em empresas do RS

Percebe-se pela análise das entrevistas realizadas com as empresas e pelos questionários enviados às entidades empresariais que, para as recicladoras que produzem a matéria-prima reciclada, a reciclagem é um negócio gerador de renda e está em crescimento. As três recicladoras pesquisadas sentem que a demanda por este tipo de material é muito grande. Isto pode ser visualizado no Quadro 18 a seguir.

RECICLADORA	OPORTUNIDADES
RDI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• demanda por matéria-prima reciclada grande, maior que a empresa pode atender, principalmente por material de qualidade;</li> <li>• tendência da reciclagem é crescer;</li> <li>• aumento da produção de embalagens com expansão do Pólo Petroquímico</li> </ul>
SEQUAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• empresas maiores que reciclam e produzem produto final de PET, não conseguem atender a sua demanda por <i>flakes</i>;</li> <li>• demanda grande por <i>flakes</i> de PET com qualidade;</li> <li>• o <i>flake</i> de PET reciclado é uma matéria-prima de baixo custo;</li> <li>• plástico reciclado não está sujeito a flutuações do dólar e do petróleo;</li> <li>• PET virgem e reciclado vem substituindo aplicações de outros tipos de plásticos</li> </ul>
EMPRESA X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• demanda por matéria-prima reciclada grande, maior que a empresa pode atender;</li> <li>• reciclagem é uma fonte de renda;</li> <li>• <i>pellets</i> garantem a qualidade do reciclado e permitem a comercialização por um valor de 30 a 40% superior ao material moído ou aglutinado.</li> </ul>

Quadro 18: Oportunidades identificadas através das entrevistas realizadas com as recicladoras

Para as empresas transformadoras, fabricantes de produtos finais, a reciclagem ou o consumo de material reciclado de terceiros possibilita a redução de custos, uma vez que o

plástico reciclado é uma matéria-prima de baixo custo. Para a fabricação de alguns produtos, verifica-se que a reciclagem é vital, garantindo a sobrevivência e a competitividade da empresa. Ao contrário das pesquisas mencionadas por Callenbach *et al.* (1993), Freeman *apud* McDaniel e Rylander (1993) e Lemos e Nascimento (1998), onde é revelado que produtos com apelo ecológico constituem um nicho de mercado, as transformadoras estudadas têm um certo receio da reação dos consumidores frente ao conhecimento de que um produto é feito a partir de resíduo plástico reciclado e não divulgam explicitamente esta característica. A Bettanin, em sua *homepage* na Internet, apenas menciona que tem a sua tecnologia de recuperação de plásticos buscada em outros países. Apesar deste presumido preconceito por parte dos consumidores, os produtos feitos de resíduo plástico reciclado, segundo as empresas que fazem a sua transformação, têm uma qualidade adequada à aplicação a que se destinam. As oportunidades identificadas são demonstradas no Quadro 19.

A ABEPET e o Instituto do PVC, da mesma forma citam o resíduo plástico reciclado como uma matéria-prima de baixo custo (Quadro 20). A implantação de coleta seletiva nos municípios permite o reaproveitamento do plástico pós-consumo, possibilitando um material mais limpo, livre de material orgânico. Segundo o CEMPRE (1999a), no Brasil, apenas 128 municípios já implantaram a coleta seletiva e estes se concentram principalmente nas regiões sul e sudeste. No RS, o CEMPRE (1999a) tem conhecimento de que os municípios com coleta seletiva são Alecrim, Boa Vista do Burica, Cachoeirinha, Canoas, Caxias do Sul, Farroupilha, Igrejinha, Lajeado, Marau, Nova Prata, Palmeiras das Missões, a capital Porto Alegre, São Borja, São Lourenço do Sul, Santo Augusto e Três Passos. Além desses a METROPLAN (1998) também tem relacionados Ivoti, Estância Velha, Dois Irmãos, Campo Bom e Esteio como municípios com coleta seletiva.



<b>TRANSFORMADORA RECICLADORA/ TRANSF.</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
ALPLAST	<ul style="list-style-type: none"> <li>• produto final feito a partir de material reciclado apresenta qualidade equivalente a um produto similar feito de material virgem;</li> <li>• oferta de sucata abundante;</li> <li>• custo da sucata plástica e reciclagem 50% inferior ao do plástico virgem e produto final vendido por um valor 40% inferior ao do produto virgem.</li> </ul>
ODIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aumento da competitividade com a reciclagem, através da redução de custos;</li> <li>• fio de PET reciclado é comprado por um valor inferior ao da matéria-prima virgem;</li> <li>• entrada da garrafa de cerveja feita de PET, aumentando a oferta de resíduos pós-consumo;</li> <li>• aumento da produção de embalagens com expansão do Pólo Petroquímico.</li> </ul>
PLASTISUL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo de produção do produto reciclado inferior ao do produto virgem;</li> <li>• oferta de resíduos pós-consumo crescente devido à implantação de coleta seletiva nos municípios gaúchos;</li> <li>• garante a sobrevivência da empresa no mercado.</li> </ul>
BETTANIN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo de produção do produto reciclado inferior ao do produto virgem;</li> <li>• oferta grande de garrafas de refrigerante PET.</li> </ul>
<b>TRANSFORMADORA</b>	
SCÓRPIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo inferior de matéria-prima reciclada;</li> <li>• matéria-prima reciclada é adequada para a aplicação que se destina;</li> <li>• é possível misturar matéria-prima virgem e reciclada para fabricação de um produto para reduzir custos.</li> </ul>

Quadro 19: Oportunidades identificadas através das entrevistas realizadas com as recicladoras/ transformadoras e transformadora

ENTIDADE	OPORTUNIDADES
ABEPET	<ul style="list-style-type: none"> <li>• matéria-prima reciclada tem baixo custo;</li> <li>• reciclagem do PET está crescendo;</li> <li>• somente são reciclados 17,85% do PET produzido no Brasil.</li> </ul>
INSTITUTO DO PVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• custo inferior do plástico reciclado em relação ao plástico virgem;</li> <li>• coleta seletiva permite a oferta adequada.</li> </ul>

Quadro 20: Oportunidades identificadas através dos questionários enviados a entidades empresariais

As percepções, em relação à redução de custos proporcionada pela reciclagem, levantadas através das entrevistas e dos dois questionários enviados podem ser comprovadas. As empresas estudadas aqui compram ou vendem o resíduo plástico pós-consumo ou a matéria-prima reciclada por preços inferiores aos da resina virgem, conforme se observa no Quadro 21.

RESINA	SUCATA OU MATÉRIA-PRIMA REICLADA (R\$/ kg) <sup>a</sup>	MATÉRIA-PRIMA VIRGEM (R\$/ kg) <sup>b</sup>
PEBD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,15 (sucata)</li> <li>• 0,50 – 0,70 (aglutinado)</li> </ul>	1,70 – 1,80
PEAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,15 (sucata)</li> <li>• 0,30 – 0,35 (moído)</li> </ul>	1,80 – 1,96
PP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,10 (sucata de sacaria de ráfia)</li> <li>• 0,30 – 0,40 (moído)</li> </ul>	1,47 – 1,85
PS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,80 (aglutinado)</li> <li>• 0,40 – 0,50 (moído)</li> </ul>	1,75
PVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,15 – 0,30 (sucata)</li> </ul>	1,70 – 2,05
PET	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,15 – 0,25 (sucata)</li> <li>• 1,50 – 2,00 (fio de PET reciclado)</li> </ul>	1,84

Quadro 21: Comparativo entre o valor do resíduo pós-consumo e da matéria-prima virgem.

<sup>a</sup> A variação de valores foi obtida através das informações fornecidas pelas empresas estudadas

<sup>b</sup> Fonte: Jornal de Plásticos (1999). Os valores foram coletados em 29 de outubro de 1999. A variação dos valores foi obtida através das empresas de segunda geração do Brasil que forneceram estas informações.

As barreiras enfrentadas pelas empresas recicladoras e transformadoras estudadas são identificadas nos Quadros 22, 23 e 24. As barreiras encontradas pelas empresas recicladoras (incluindo empresas recicladoras/ transformadoras) se referem principalmente à qualidade do resíduo plástico pós-consumo. Por qualidade, entende-se uma sucata limpa, livre de material orgânica e sem a presença de outros materiais como metais, pedras, etiquetas, etc. Além disso, falta informação por parte de catadores, sucateiros e usinas de triagem para identificar os diversos tipos de plástico e esta separação, de modo geral, ainda não é bem feita. Mesmo nos municípios gaúchos onde há coleta seletiva, há tal dificuldade, pois os plásticos não são classificados por tipo.

RECICLADORA	BARREIRAS
RDI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• muitas empresas não identificam as embalagens que produzem com o código do plástico do qual é feito.</li> </ul>
SEQUAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pouca informação disponível sobre a tecnologia de reciclagem do PET;</li> <li>• disputa acirrada por sucata de PET (garrafas de refrigerante) com empresas grandes de outros estados;</li> <li>• reaproveitamento ainda pequeno dos resíduos plásticos pós-consumo;</li> <li>• falta de incentivos do governo.</li> </ul>
EMPRESA X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• qualidade dos resíduos fornecidos não é boa, gera uma quantidade grande de rejeito;</li> <li>• falta de incentivo do governo.</li> </ul>

Quadro 22: Barreiras identificadas através das entrevistas realizadas com as recicladoras

A indústria de transformação de material plástico também, de maneira geral, não contribui para a separação adequada dos resíduos plásticos pós-consumo. Muitos produtos plásticos não contêm impresso o código identificador da resina da qual é feita o produto. Além disso, possuem na sua composição mais de um material ou mais de um tipo de plástico, dificultando também a reciclagem e aumentando a quantidade de rejeito. Estes fatos indicam a falta de preocupação das empresas transformadoras em relação ao destino dos seus produtos e a não visualização do seu ciclo de vida.

As recicladoras (incluindo também as recicladoras/ transformadoras), de modo geral, sentem falta de apoio do governo. Estas empresas reclamam da ausência de programas

de financiamento que possibilitem que elas, micro e pequenas empresas, invistam e comprem equipamentos. Além disso, a legislação não incentiva ainda a reciclagem do plástico. Ao contrário dos outros materiais recicláveis como o papel e o vidro, que são isentos, produtos feitos de plástico reciclado são taxados pelo IPI em 12%. Outra incoerência é a resina plástica virgem ser taxada em 10% pelo IPI, um percentual menor que a matéria-prima reciclada.

TRANSFORMADORA	BARREIRAS
<b>RECICLADORA/ TRANSF.</b>	
ALPLAST	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a qualidade da oferta de resíduo plástico pós-consumo não é boa;</li> <li>• as empresas que trabalham com material reciclado não recebem os mesmos benefícios fiscais que as empresas que processam material virgem;</li> <li>• matéria-prima reciclada causa mais desgaste do equipamento e mais paradas de produção;</li> <li>• não há apoio às micro e pequenas empresas (as recicladoras geralmente são deste porte).</li> </ul>
ODIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sucateiros não são qualificados;</li> <li>• coloração dos produtos feitos a partir de plástico reciclado limitada;</li> <li>• muitas empresas não identificam as embalagens que produzem com o código do plástico do qual é feito;</li> <li>• muitas embalagens são feitas com mais de um tipo de material/plástico;</li> <li>• não há apoio às micro e pequenas empresas (as recicladoras geralmente são deste porte).</li> </ul>
PLASTISUL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>know-how</i> para desenvolver equipamentos para a reciclagem internamente;</li> <li>• equipamentos devem ser buscados na Europa e seu custo é muito alto;</li> <li>• a coleta seletiva não separa o plástico por tipo.</li> </ul>
BETTANIN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• problemas de qualidade com <i>flakes</i> de PET reciclado (fornecedores têm dificuldades para atender algumas especificações exigidas).</li> <li>• ausência de tecnologia própria no Brasil</li> </ul>
<b>TRANSFORMADORA</b>	
SCÓRPIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• não citou barreiras significantes</li> </ul>

Quadro 23: Barreiras identificadas através das entrevistas realizadas com as recicladoras/transformadoras e transformadora

Dependendo do produto, a limitação da pigmentação dos produtos feitos a partir de plástico pós-consumo pode ser contornada. A Bettanin produz cepas pretas, mas coloca capas coloridas feitas de resina virgem envolvendo-as, conseguindo, desta forma, comercializar a cepa colorida, e, ainda, assim, consegue reduzir custos com a reciclagem.

As empresas maiores, Bettanin e Plastisul, sentem falta do desenvolvimento de uma tecnologia nacional para a reciclagem de plásticos. A Sequal, por ser uma recicladora de PET, que é um caso à parte na reciclagem de plásticos, também enfrenta esta barreira. Os equipamentos desenvolvidos no exterior apresentam um custo muito alto e, por isso, são desenvolvidos internamente.

ENTIDADE	BARREIRAS
ABEPET	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pouca oferta de garrafas PET pós-consumo no Brasil;</li> <li>• poucas cidades do Brasil possuem coleta seletiva;</li> <li>• as empresas que fabricam produtos a partir de matéria-prima reciclada são tributadas pelo IPI em 12%, enquanto que as processam material virgem, em 10%.</li> </ul>
INSTITUTO DO PVC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• existência de muitos intermediários, que elevam o preço da sucata pós-consumo;</li> <li>• a qualidade da oferta de resíduos plásticos não é boa;</li> <li>• coloração dos produtos feitos a partir de plástico reciclado limitada.</li> </ul>

Quadro 24: Barreiras identificadas através dos questionários enviados a entidades empresariais

## 7.2 Limitações da pesquisa

A pesquisa apresentou algumas limitações. Primeiramente, o estudo de caso não permite generalizações. No entanto, segundo Yin (1994, p.10), “(...) o estudo de caso (...) não representa uma amostra, e o objetivo do investigador é expandir e generalizar teorias (generalização analítica) e não enumerar frequências (generalização estatística)”. Portanto, o estudo de casos desenvolvido aqui permite confirmar algumas informações, afirmações e percepções encontradas na literatura.

Como limitações adicionais ao estudo, alguns entrevistados não forneceram os dados solicitados, ou pela política da empresa ou por falta de conhecimento do dado perguntado. Algumas perguntas se referiam a percepções e, no caso da Bettanin, por exemplo, o entrevistado não se sentiu seguro de responder em nome da empresa.

Outra limitação é o fato de as entidades empresariais consultadas terem como foco tipos de plásticos específicos (PET e PVC). As entidades que lidam com a reciclagem dos plásticos em geral não responderam o questionário enviado. Além disso, as entidades consultadas, inclusive as que não responderam o questionário, são sediadas em São Paulo e não têm muito conhecimento da realidade gaúcha.

### **7.3 Conclusão e recomendações**

O estudo de casos realizado através de entrevistas com oito empresas recicladoras de resíduos plásticos pós-consumo e transformadoras desses resíduos reciclados e as fontes secundárias e, ainda, as informações fornecidas pelas entidades empresariais com interesse na reciclagem de plásticos permitiram responder ao objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa.

Como resposta ao objetivo específico (1) **caracterizar o elo reciclagem/transformação de resíduos plásticos pós-consumo da cadeia petroquímica no RS, procurando identificar diferenças existentes entre a reciclagem de PP, PEAD, PEBD, PET, PVC e PS**, pode-se dizer que as recicladoras estudadas trabalham com vários pequenos fornecedores de resíduos pós-consumo, que são, em geral, sucateiros, usinas de triagem e catadores. O processo de reciclagem do plástico permite a existência de empresas recicladoras que fornecem a matéria-prima para empresas transformadoras. No entanto, a maior parte das empresas que realizam a transformação do plástico investigadas afirmaram que a qualidade do material comercializado pelas recicladoras não é adequada. Estas últimas, por sua vez, têm a eficiência do seu processo fortemente dependente da qualidade (ausência de contaminantes) do resíduo plástico ofertado. Isto confere importância vital às operações de coleta seletiva e triagem dos resíduos plásticos pós-consumo por tipo.

Essas duas operações são as mais onerosas e, normalmente, são desempenhadas pelas prefeituras ou pelo menos custeadas por elas. Na Europa este custo foi repassado às empresas. A criação de fundos, financiados pelas empresas de terceira geração, para custear a

coleta seletiva, parece ser o instrumento mais efetivo para incentivar a reciclagem. Todavia, a definição e implementação de um instrumento econômico deste tipo deve ser estudado com maior profundidade em conjunto com o estudo de um modelo de gerenciamento dos resíduos pós-consumo em geral. Conforme Hiwatashi (1999), as cadeias dos diversos materiais recicláveis presentes no lixo urbano estão interligadas, formando, na verdade, em vez de cadeias de reciclagem, teias. Logo, a solução para o destino dos resíduos plásticos está, inevitavelmente, intimamente ligada à solução para o destino dos resíduos dos outros materiais.

Porém, os diferentes tipos de plásticos possuem diferentes características, exigindo que sua reciclagem e transformação sejam feitas separadamente, assim como diferentes aplicações, fazendo com que a oferta de cada tipo de plástico pós-consumo seja distinta. Como consequência, tem-se a necessidade da busca de soluções diferenciadas para o planejamento da coleta e reciclagem de cada tipo de resina. Como exemplo dessa necessidade, pode-se afirmar que as garrafas de refrigerante de PET, volumosas, facilmente reconhecíveis e cujas empresas recicladoras removem todos os seus contaminantes através de um processo automatizado, não devam ter o mesmo gerenciamento que sacolas plásticas, leves, de difícil identificação da resina de que são feitas e cujas recicladoras (estudadas neste trabalho) ainda utilizam equipamentos rudimentares para o seu processamento.

Em relação ao objetivo específico (2) **descrever a tecnologia empregada pelas empresas recicladoras de resíduos plásticos pós-consumo no RS**, percebe-se que a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo é uma questão que exige a participação de vários atores para o seu crescimento no Estado e no Brasil. O presente estudo permite supor que as recicladoras de plástico são na sua maior parte, micro e pequenas empresas, que não têm acesso à informação e que apresentam dificuldades para capacitar-se e investir em tecnologia mais moderna.

As pequenas recicladoras investigadas utilizam uma tecnologia rudimentar, “fundo de quintal”, copiando equipamentos, para reduzir custos, tentando solucionar seus problemas na base da tentativa, sem apoio nenhum. Da mesma forma, há deficiências na qualidade dos fornecedores de resíduo pós-consumo, prejudicando as recicladoras, contrastando com a situação européia, onde a atividade da reciclagem é organizada e incentivada pela legislação, que impõe a responsabilidade das empresas produtoras, de

embalagens por exemplo. Dentre os plásticos abordados neste estudo, o PET revela-se um caso isolado, explicado, possivelmente, pelo fato de sua reciclagem ser encarada como um negócio promissor, com mercado em expansão (já está a regulamentada utilização de uma camada de PET reciclado nas garrafas de refrigerante) e pelo PET reciclado substituir com vantagens outras resinas virgens, além do apoio que sua reciclagem recebe da ABEPET. O apoio e organização da atividade de reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo, através de uma política nacional e regional, é de extrema importância para o seu desenvolvimento tecnológico, difusão de informação, maior qualificação e ampliação do seu mercado.

Durante a pesquisa, foram encontrados alguns trabalhos acadêmicos (Steffani e Finkler, 1999; Nascimento, Pacheco e Dias, 1996, Mano e Bonelli, 1994; Soares e Castanhel, 1998) abordando a tecnologia de reciclagem de resíduos plásticos, mas não se percebe a interação entre universidades e empresas, principalmente com as micro e pequenas empresas. Além destas publicações, segundo o CEMPRE (1998a), o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) identificou, no fim de 1998, que cerca de 300 pesquisadores no Brasil, de 63 grupos de pesquisa, estavam desenvolvendo 150 projetos na área de pesquisa em reciclagem, sendo que 90% dos grupos estavam dentro de universidades e os 10% restantes eram de institutos de pesquisa privados e órgãos do governo, o que demonstra a existência do desenvolvimento de tecnologias no Brasil, mas que não são buscadas pelos empresários. Logo, a identificação e a divulgação destas pesquisas pode oferecer oportunidades de crescimento e desenvolvimento para as empresas que atuam nessa área e de exploração para futuros negócios.

Como resposta ao objetivo específico (3) **analisar as barreiras e as oportunidades existentes para a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo e para o uso do material reciclado nas empresas de transformação no RS**, as principais barreiras são a falta de qualidade do resíduo plástico pós-consumo, a falta de apoio e de uma legislação que organize e incentive a reciclagem e a ausência de uma tecnologia nacional. Como principais oportunidades, pode-se apontar que a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo é um negócio, que traz benefícios ambientais, evitando o envio de resíduos para aterros, e que ela proporciona a redução de custos para as empresas transformadoras, fabricantes de produtos finais. As recicladoras estudadas afirmam que a demanda por material reciclado é grande e as recicladoras/transformadoras não conseguem reciclar todo o plástico necessário para o seu consumo interno, indicando oportunidades de negócios nesta área.



Diante das respostas dadas aos objetivos propostos, algumas considerações e recomendações podem ser feitas. Os vários tipos de plásticos, por suas diferentes propriedades e aplicações, requerem soluções diferenciadas para o gerenciamento dos seus resíduos e integradas ao gerenciamento dos resíduos dos outros materiais, para incentivar a sua reciclagem. A necessidade de uma política governamental apoiando a reciclagem também fica evidente para estimular esta atividade no Rio Grande do Sul.

No país, os fabricantes de produtos plásticos não assumiram nenhum tipo de responsabilidade sobre o gerenciamento dos resíduos que produzem, principalmente as embalagens. Verifica-se mais iniciativas relativas a esta questão por parte das empresas de primeira e segunda geração petroquímica e algumas outras iniciativas isoladas. No Brasil foi criada a PLASTIVIDA, uma comissão da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), formada por grandes empresas do setor. Esta comissão atua dando suporte a programas de educação ambiental, atuando de forma institucional para o desenvolvimento, criação e aplicação da legislação ambiental e promovendo o desenvolvimento, divulgação e transferência de tecnologias de reciclagem de plásticos. Entre as ações desempenhadas pela PLASTIVIDA estão publicações, vídeos, palestras e seminários e coordenação de projetos de implantação de projetos de coleta seletiva em escolas.

Existem ainda organizações como a ABEPET (que não conta com nenhuma recicladora gaúcha associada) e o Instituto do PVC, ambos atuando de forma similar à PLASTIVIDA, e o CEMPRE, que atua incentivando a coleta seletiva e a reciclagem dos resíduos presentes no lixo em geral. Estas entidades empresariais foram consultadas e verificou-se que só dispunham de dados referentes à realidade de São Paulo. Não foram encontradas organizações locais com conhecimento da realidade gaúcha para dar apoio aos recicladores locais. Faz-se necessário, portanto, uma entidade regional mantida pelas empresas de transformação, a qual poderá auxiliar as recicladoras mais efetivamente. Além disso, as empresas de transformação deveriam assumir a responsabilidade de identificar seus produtos com os códigos estabelecidos pela ABNT e adotar posturas mais pró-ativas, procurando reduzir a quantidade de material e de tipos de material em seus produtos, de forma a facilitar a sua reciclagem.

Conforme constatado acima, o RS possui pouca informação armazenada sobre a reciclagem de plástico realizada no Estado. A reunião em um banco de dados das pesquisas

que são realizada nesta área, a relação de empresas recicladoras e de empresas transformadoras consumidoras de plástico reciclado, assim como informações do DMLU, da FEPAM e da METROPLAN poderiam ser úteis para elaborar estratégias com vistas a alavancar a reciclagem no Estado, facilitando o desenvolvimento de pesquisas, a sua divulgação e aplicação.

Algumas iniciativas na área, mesmo que muitas vezes tímidas e lentas, sinalizam boas perspectivas para o setor, como por exemplo:

- há um projeto de lei em tramitação na Câmara Federal dos Deputados que visa reduzir em 50% o Imposto de Renda das empresas que se dedicarem à reciclagem, relativamente ao lucro derivado dos produtos reciclados e reduzir em 50% a alíquota do IPI, incidente sobre produtos reciclados (CEMPRE, 1999b);
- criação de um grupo interministerial, com participação da iniciativa privada, com objetivo de elaborar a proposta do Programa Brasileiro de Reciclagem (PBR), para estabelecer diretrizes que permitam incrementar e valorizar a utilização, como matérias-primas, de resíduos urbanos, industriais, minerários e agropecuários, bem como desenvolver um parque nacional reciclador (CEMPRE, 1998a);
- no RS existe a Câmara Setorial de Resíduos, ligada ao Programa RS Empregos, da Secretaria de Desenvolvimento e Assuntos Internacionais (SEDAI) do Governo do Estado, cujo objetivo é reunir diversas organizações e estimulá-las a interagir na busca de soluções para a destinação dos resíduos produzidos aqui (Hiwatashi, 1999);
- a PLASTIVIDA apresentou em 1998 um pré-projeto à Câmara de Deputados, propondo a implementação de um sistema de responsabilidade compartilhada entre o mercado (centrais de matérias-primas, produtores, transformadores, distribuidores, varejistas e consumidores), o governo (federal, estadual e municipal) e Organizações Não Governamentais (ONG's) (PLASTIVIDA, 1999b);
- a reciclagem passou a ser estudada como um elo da cadeia petroquímica. O Projeto GIGA (Grupo Interdisciplinar de Gestão Ambiental) da UFRGS em parceria com a Copesul procura analisar toda a cadeia dos plásticos para propor soluções para o gerenciamento integrado dos resíduos gerados.

No entanto, qualquer incentivo à reciclagem deve ser bem estudado. Depoimentos informais de entrevistados indicam a existência de empresas fabricantes de embalagens e utensílios para armazenar alimentos e bebidas que utilizam em seus processos material reciclado. Ou seja, o incentivo sem controle pode generalizar esta prática proibida e clandestina, assim como a utilização inadequada, produzindo produtos de baixa qualidade e que oferecem riscos à saúde do consumidor. Além disso, as empresas recicladoras geram rejeitos e efluentes originados da operação de lavagem dos resíduos e muitas vezes não realizam o seu tratamento adequado.

Para incentivar a reciclagem dos resíduos plásticos pós-consumo também é necessária a participação da população, seja participando do processo de coleta seletiva, através da seleção dos materiais recicláveis em suas residências, seja aceitando e valorizando os produtos feitos a partir de material reciclado. Pesquisas que identificaram o comportamento dos consumidores e a percepção das empresas pesquisadas indicam uma certa resistência dos consumidores a este tipo de produto, fazendo com que as empresas não informem esta característica. Os programas de educação ambiental e as campanhas institucionais na mídia, geralmente, não abordam esta questão. O consumidor não sabe o que é feito dos produtos separados para a coleta seletiva. O conhecimento do destino dado a eles e a sua valorização nas campanhas pode ajudar muito o crescimento da reciclagem.

Finalmente, a reciclagem deveria ser vista como uma solução complementar a outras formas de destinação dos resíduos sólidos. O rejeito é inevitável, o aterro sanitário é necessário, e a incineração com geração de energia, ou seja, a reciclagem energética, deveria ser também considerada aqui no Estado. Sem deixar de mencionar, também, estratégias preventivas, reduzindo a quantidade de resíduos gerados.

A partir dessas considerações, é possível apresentar algumas sugestões de estudos futuros, para auxiliar na definição e implantação de soluções para a reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo.

#### **7.4 Sugestões para trabalhos futuros**

Pelo fato da reciclagem, como a gestão ambiental, ser um tema multidisciplinar, podem ser feitas sugestões de pesquisas futuras em várias áreas do conhecimento:

- desenvolvimento de um banco de dados com a relação das recicladoras de plástico e as empresas que utilizam o plástico reciclado e o tipo de plástico com o qual estas empresas trabalham, assim como a relação das pesquisas que vem sendo conduzidas nessa área por universidades e instituições, ou seja com todas as informações relevantes para o avanço da reciclagem de plásticos no RS;
- pesquisa semelhante analisando a coleta e separação dos diferentes tipos de resíduos plásticos pós-consumo;
- análise em maior profundidade dos modelos de gerenciamento dos resíduos plásticos pós-consumo em outros países e desenvolvimento de um modelo adequado à realidade do RS. Estudo semelhante também pode ser feito para outros tipo de materiais;
- análise comparativa entre produtos reciclados e feitos de matéria-prima virgem, para verificar a sua qualidade;
- pesquisa de opinião dos consumidores direcionada ao uso de produtos fabricados a partir de matéria-prima reciclada;
- identificação de ações adotadas pelas empresas de transformação de material plástico para facilitar a reciclagem mecânica de resíduos pós-consumo e que ações são possíveis de ser adotadas;
- avaliação do impacto da reciclagem do plástico e dos outros materiais na vida útil dos aterros;
- estudos para verificar a viabilidade da reciclagem energética no RS e para avaliar o seu impacto ambiental;
- estudos de logística reversa para fazer o produto pós-consumo sair das residências e chegar às recicladoras, com o máximo de qualidade possível;
- estudos de *ecodesign* visando à redução de quantidade e tipos diferentes de material em embalagens, visando a prevenção da geração de resíduos pós-consumo e a facilitação da reciclagem;

- identificação da composição dos resíduos plásticos pós-consumo provenientes da coleta seletiva e da coleta convencional para verificar quais tipos de resinas recicladas podem oferecer regularidade de fornecimento e o potencial de reciclagem desses resíduos;
- avaliação do consumo (quantidade e tipos de resinas recicladas processadas) de plástico reciclado pelas empresas transformadoras do Estado.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A IMAGEM ambiental do plástico. **Jornal do Plástico edição online**. Capturado em 19 de nov. 1998. Mensal. Online. Disponível na Internet <http://www.jorplast.com.br/set98>
- A RECICLAGEM dos plásticos e o contato com os alimentos. **Jornal do Plástico edição online**. Capturado em 19 de nov. 1998. Mensal. Online. Disponível na Internet <http://www.jorplast.com.br/set98>
- AGUIAR, Alexandre, PHILIPPI JR. **Reciclagem de Plásticos de Resíduos Sólidos Domésticos: problemas e soluções**. São Paulo: FSP/ USP, 1998. 19p.
- AISSE, Miguel Mansur, OBLADEN, Nicolau Leopoldo, SANTOS, Arnaldo Scherer. **Aproveitamento dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Curitiba: CNPq/ ITAH/ IPPUC/ LHSAMA- UCPr, [1982?]. 107p.
- AMBIENTE GLOBAL. **Pesquisa CNI/ IBOPE**. Capturado em 7 dez. 1999. Online. Disponível na Internet <http://www.uol.com.br/ambienteglobal/>
- BIDDLE, David. Recycling for Profit: The New Green Business Frontier. **Harvard Business Review**. Nov- dec, 1993, p. 145 – 156.
- BISIO, Attilio L., XANTHOS, Marino (ed.). **How to manage plastics waste: technology and market opportunities**. New York: Hanser, 1994.
- BORGES, Adélia. PET transforma-se em uma mina de negócios. **Gazeta Mercantil**. 24 mar. de 1999. p. C6.
- BRAGUIROLI, Maria Luiza Silveira. **Capacidade e Aprendizagem Tecnológica na Terceira Geração da Indústria Petroquímica do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1999.
- BROWN, David T. The Legacy of the Landfill: Perspectives on the solid crisis. In: MUSTAFA, Nabil (ed.). **Plastics Waste Management: disposal, recycling, and reuse**. New York: Marcel Dekker, 1993. p.1-35.

- BRUDER, Jürgen. Economic Instruments for Encouraging Plastic Recycling. In: BRANDRUP, Johannes, BITTNER, Muna, MICHAELI, Walter, MENGES, Georg (ed.). **Recycling and Recovery of Plastics**. Germany: Carl Hanser, 1996. p.47-59.
- CALLENBACH, Ernest, CAPRA, Fritlof, GOLDMAN, Lenore, LUTZ, Rüdiger, MARBURG, Sandra. **EcoManagement: the Elmwood guide to ecological auditing and sustainable business**. San Francisco: Berret-Koehler Publishers, 1993.
- CALDERONI, Sabetai. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. São Paulo: Humanitas Publicações FFLCH/USP, 1997.
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **CEMPRE Informa**. CEMPRE, São Paulo, n. 42, nov./dez., 1998a.
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **CEMPRE Informa**. CEMPRE, São Paulo, n. 43, jan./fev., 1999b.
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Ficha Técnica 3**. CEMPRE, São Paulo, 1997a.
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Ficha Técnica 7**. CEMPRE, São Paulo, 1997b.
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Ficha Técnica 9**. CEMPRE, São Paulo, 1997c.
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Pesquisa Ciclossoft. 1999a (mimeo.).
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Reciclagem e Negócios – Plástico Granulado**. CEMPRE, São Paulo, 1998b.
- CONSONI, Angelo José, BENVENUTO, Clovis, PARZANESE, Giovanna Antonia Cavalieri, SILVA, Isabel Cristina da, FILHO, José Luiz Albuquerque, CUNHA, Marcio Angelieri. Disposição Final do Lixo. In: IPT/ CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 1997. p.75-124.
- COPELUL. Ata de reunião da Copelul com Fédération de Plasturgie. Paris, 18 fev. 1998 (mimeo.).
- COSTA, Ana Cláudia Fernandes. **Os Caminhos dos Resíduos Sólidos Urbanos na Cidade de Porto Alegre/RS: Da Origem ao Destino Final**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1998.

- COUTINHO, L., FERRAZ, J. C.(coord.). **Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira**. São Paulo: Papirus, 1994.
- CSEMP – Chambre Syndicate des Emballages en Matière Plastique. **The Plastic Packaging Manufacturer Commitment**. Capturado on line 24 nov. 1999. Disponível na Internet [http://www.packplast.org/\\_prog-uk/fabricants.htm](http://www.packplast.org/_prog-uk/fabricants.htm)
- DEMAJOROVIC, Jacques. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos. As novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n.3, 1995. p. 88-93.
- DINATO, Monique Revillion, NASCIMENTO, Luis Felipe, OLIVEIRA, Joseane Machado de, SILVA, Marcia de Mattos. O Comportamento Ambiental do Consumidor de Porto Alegre. In: V Encontro nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 17-19 nov. 1999, São Paulo. **Anais**: São Paulo, 1999. p. 619-632.
- DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1995.
- DOSI, Giovanni. The nature of the innovative process. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; NELSON, R.; SILVEMBERG, G., SOETE, L. (eds.). **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter, 1988.
- DSD – Duales System Deutschland AG. Capturado em 24 nov. 1999a. Disponível na Internet: <http://www.gruener-punkt.de/e/index.htm>
- DSD – Duales System Deutschland AG. **Mass Flow Verification 1998**. Capturado em 24 nov. 1999b. Disponível na Internet: <http://www.gruener-punkt.de/e/content/daten/menge.pdf>
- EDV PACKAGING. Capturado em 18 nov. 1999. Disponível na Internet <http://www.edvpackaging.com>
- EHRIG, R. J., CURRY, M. J. Introduction and History. In: EHRIG, R. J. **Plastics Recycling: Products and Processes**. New York: Hanser, 1989. p.3-16.
- ELY, Aloísio. **Economia do Meio Ambiente**. Porto Alegre, RS, FEE, 4. ed., 1990.
- FERRO, Simone. PET: Reciclagem inicia nova fase com aplicação em preforma. **Plástico Moderno**. Mai., 1999. p.8-19.
- FIGUEIRÓ, Alexandre. **Reciclar é um bom negócio**. Porto Alegre, FIERGS, 11 nov. 1999. Palestra ministrada no Seminário Internacional Plástico: Recicle que dá certo.
- FURTADO, Marcelo Rijo. Aplicações Novas Prometem Dobrar o Uso de Reciclados. **Plástico Moderno**. Jun., 1996. p. 8-20.
- GONÇALVES, Alexandre, STALLBAUM, Imara, CASTILHO, Carlos, JOCKYMANN, André. O Futuro é Plástico. **Empreendedor**. Jul., 1997. p. 14-21.



- GÜNTHER, Wanda Maria Risso, WIEBECK, Hélio, PIVA, Ana Magda. Reciclagem de Plástico. **Revista Limpeza Pública**. No 51, 1999. Capturado em 22 de out. 1999. Online. Disponível na Internet <http://www.ablp.org.br>
- HANSMANN, Joseph, MUSTAFA, Nabil. Plastics: A Technical Overview. In: MUSTAFA, Nabil (ed.). **Plastics Waste Management: disposal, recycling, and reuse**. New York: Marcel Dekker, 1993. p.59-87.
- HIWATASHI, Erica. **O Processo de Reciclagem dos Resíduos Sólidos Inorgânicos Domiciliares em Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1999.
- HUANG, Samuel J. Polymer Waste Management – Biodegradation, Incineration, and Recycling. In: ALBERTSSON, Ann-Christine, HUANG, Samuel J (ed.). **Degradable Polymers, Recycling, and Plastics Waste Management**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.1-5.
- IINJIMA, Rinzo. Plastics Recycling in Japan – the Current State and Future Outlook. In: BRANDRUP, Johanes, BITTNER, Muna, MICHAELI, Walter, MENGES, Georg (ed.). **Recycling and Recovery of Plastics**. Germany: Carl Hanser, 1996. p.549-559.
- JORNAL DO PLÁSTICO ON LINE. Capturado em 3 dez. 1999 On line. Mensal. Disponível na Internet <http://www.jorplast.com.br/cotação.html>
- JORNAL DO PLÁSTICO ON LINE. Capturado em 19 de nov. 1998 On line. Mensal. Disponível na Internet <http://www.jorplast.com.br>
- KAMPS, H. Roger. **A Reciclagem de Plásticos na Alemanha**. Porto Alegre, FIERGS, 12 mar. 1999. Palestra ministrada em seminário promovido pelo programa RS: Uma Vocação Plástica.
- KINLAW, Dennis C. **Empresa Competitiva e Ecológica: desempenho sustentado na era ambiental**. São Paulo: Makron Books, 1997.
- KOTLER, Philip, ARMSTRONG, Gary. **Princípios de Marketing**. Rio de Janeiro, Prentice-Hall do Brasil, 1993.
- LALL, Sanjaya. Technological Capabilities and Industrialization. **World Development**. Great Britain: v. 20, n. 2, p. 165-186, 1992.
- LEMOS, Ângela Denise, NASCIMENTO, Luis Felipe. A Produção Limpa como Geradora de Inovação e Competitividade. In: XXII Encontro da Associação dos

- Programas de Pós-Graduação em Administração, Foz do Iguaçu, 28 a 30 set. 1998.  
**Anais**: Foz do Iguaçu, 1998. CD-ROM.
- LIESEMER, Ron N. Plastic Recycling in the USA – a Status Report. In: BRANDRUP, Johanes, BITTNER, Muna, MICHAELI, Walter, MENGES, Georg (ed.). **Recycling and Recovery of Plastics**. Germany: Carl Hanser, 1996. p.542-548.
- MACLAREN, Virginia W., YU, Chang-Ching. Solid Waste Recycling Behavior of Industrial-Commercial-Institutional Establishments. **Growth and Change**. Vol. 28, winter, 1997, p. 93-109.
- MCDANIEL, Stephen W., RYLANDER, David. Strategic Green Marketing. **Journal of Consumer Marketing**. Vol. 10, n. 3, 1993, p.4-10.
- MADI, Luis, MÜLLER, Manoel, WALLIS, Graham. **Brasil Pack Trends 2005 – Tendências da indústria brasileira de embalagem na virada do milênio**. Campinas: CETEA/ITAL, 1998. 110p.
- MANO, Eloisa B., BONELLI, Cláudia M. C. A reciclagem de plásticos pós-consumidos. **Revista de Química Industrial**. n. 698, out./ dez., 1994, p. 18 - 22.
- METROPLAN. **Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre, Copesul, 16 set. 1998. Apresentação realizada para o Grupo Interdisciplinar de Gestão Ambiental.
- NASCIMENTO, Christine Rabello, PACHECO, Élen Beatriz A. V., DIAS, Marcos Lopes. Reciclagem de Garrafas de PET. **Revista de Química Industrial**. n. 706/707, mai./ago., 1996, p. 14-21.
- NELSON, Richard R., WINTER, Sydney G. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- NETTO, José Simantob. A Coexistência entre o Plástico e o Meio Ambiente no Brasil. Seminário Internacional de Reciclagem de Plásticos. São Paulo, outubro de 1990 (mimeo.).
- NORTH, Klaus. **Environment Business Management**. Geneva, International Labour Office, second edition, 1997.
- OPPENEAU, Jean-Claude. **A Experiência Francesa na Legislação, Gestão e Valorização do Plástico**. Porto Alegre: FIERGS, 10 nov. 1999. Palestra ministrada no Seminário Internacional Plástico: Recicle que dá certo.
- PHILLIP JR., Arlindo, AGUIAR, Alexandre, MOLLER, Beatriz Rebolledo. Gestão Ambiental: A Empresa e a Sustentabilidade do seu Desenvolvimento. In: V Encontro

- Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 17-19 nov. 1999, São Paulo.  
**Anais:** São Paulo, 1999. p. 1-13.
- PINTO, Armenio Gomes. Plástico. In: IPT/ CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 1997. p. 181-192.
- PLASTICS Recycling Backgrounder. Capturado em 29 jan. de 1999. Online. Disponível na Internet [http://www.plasticsresource.com/topics/recycling/backgrounders/bk\\_recycling.html](http://www.plasticsresource.com/topics/recycling/backgrounders/bk_recycling.html)
- PLASTIVIDA. **Mercado – Principais Conclusões a respeito da Pesquisa de Recicladores**. Capturado em 4 nov. de 1999a. Disponível na Internet <http://www.abiquim.org.br/plastivida/mail.htm>
- PLASTIVIDA/ABIQUIM. **Plásticos em Foco**. São Paulo, fevereiro, 1997.
- PLASTIVIDA. **Jornal PLASTIVIDA**. ano 4, n. 35, mar., 1999. Capturado em 7 dez. 1999b.
- PORTER, Michael E. **Vantagem Competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.
- PORTER, Michael E., LINDE, Claas van der. Green and Competitive: Ending the Stalemate. **Harvard Business Review**. sept-oct, 1995, p.120-134.
- PROGRAMA RS: UMA VOCAÇÃO PLÁSTICA. **O Desempenho da Indústria Plástica no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, s.d.
- RITTER, Jussara. **Disponibilidade de matérias-primas**. FIERGS, 11 nov. de 1999. Palestra ministrada no Seminário Internacional Plástico: Recicle que dá certo.
- RUBERG, Cláudia, AGUIAR, Alexandre, PHILIPPI JR., Arlindo. Promoção da Qualidade Ambiental através da Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares. In: II Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental – Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental. Porto Alegre, 26 a 28 de out., 1998. **Anais:** Porto Alegre, 1998, p.163-167.
- SAMMARCO, Celma, DELFINI, Luciano. Mercado Brasileiro tem Potencial para Ampliar a Reciclagem de Plásticos. **Plástico Industrial**. Mar, 1999, p.106-119.
- SERRET, Yves. Stimulating a Dynamics of Structural Change through Environmental Public Policy – Insights from the French Packaging Waste Policy. In: Extended Producer Responsibility Seminar. Lund, Sweden, 8-9 may, 1998. **Anais:** Capturado on line 24 nov. 1999. Disponível na Internet [http://www.lu.se/IIIEE/research/products/epr/epr\\_1998/epr\\_1998\\_serret.html](http://www.lu.se/IIIEE/research/products/epr/epr_1998/epr_1998_serret.html)

- SHAMMAS, Faris. Plastics Production and Consumption. In: MUSTAFA, Nabil (ed.). **Plastics Waste Management: disposal, recycling, and reuse**. New York: Marcel Dekker, 1993. p. 119-139
- SHERMAN, Stratford P. Trashing a \$150 billion business. **Fortune**. August 28, 1989, p. 64 - 68.
- SIMPERGS/SIMPLAS/SEBRAE/COPELUL/ Petroquímica Triunfo/ OPP Petroquímica/ Ipiranga Petroquímica. **Plásticos: o negócio do novo século**. S.d.
- SOARES, Sebastião Roberto, CASTANHEL, Andrea Orsi. Separação de Plásticos Residuários por Processos Densimétricos. In: II Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental – Gerenciamento de Resíduos e Certificação Ambiental. Porto Alegre, 26 a 28 de out., 1998. **Anais**: Porto Alegre, 1998, p.153-157.
- STEFFANI, Evandro, FINKLER, Maira. Uma Avaliação das Propriedades do Polipropileno Reciclado. **Plástico Industrial**. n. 40, abr., 1999.
- VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: como ser competitivo protegendo o meio ambiente: (como se preparar para as Normas ISO 14000)**. São Paulo: Pioneira, 1995.
- WIEBECK, Hélio. **Reciclagem do Plástico e suas aplicações industriais**. USP/SEBRAE SP, São Paulo, maio, 1997.
- WOIDASKY, Joerg. **Reciclagem Mecânica e Incineração com Recuperação de Energia**. Porto Alegre, FIERGS, 10 nov. 1999. Palestra ministrada no Seminário Internacional Plástico: Recicle que dá certo.
- YIN, Robert K. **Case Study Research: Design and Methods**. Thousands Oaks : SAGE, 1994.

**ANEXO I**  
**ROTEIROS DE ENTREVISTA**  
**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 das atividades:

**ASPECTOS GERAIS**

8. Tipo (s) de plástico (s) reciclado (s):
9. Origem: quantidade de resíduos pós-consumo/mês reciclada?  
Quantidade de resíduo industrial/mês reciclado?
10. Quais os resíduos (produtos descartados pelos consumidores) são possíveis de serem reciclados?
11. Quais foram as motivações para a reciclagem?
12. Qual foi a produção em 1998?

**FORNECEDORES**

13. Quem são os principais fornecedores de resíduos plástico pós-consumo, onde se localizam e qual a quantidade comprada de cada um deles por mês?
14. Qual o critério para a escolha dos fornecedores?
15. Como é a oferta de resíduos pós-consumo no RS? Regularidade de fornecimento? Qualidade? Grau de contaminação? Sazonalidade influencia?
16. Qual o preço médio pago no último mês pelo resíduo plástico pós-consumo? E pelo resíduo industrial?

**ASPECTOS TECNOLÓGICOS**

17. Como é o processo de reciclagem utilizado pela empresa? Quais as etapas realizadas e os equipamentos utilizados?

18. A empresa introduziu alguma inovação? Qual? Se afirmativo, como ela é desenvolvida pela empresa?

19. Quais são os resíduos gerados pela empresa e qual o seu destino?

## **OPORTUNIDADES E BARREIRAS**

20. Qual a forma de venda do(s) produto(s) reciclado(s) (pellets / flakes/ outra) e quanto foi comercializado em 1998?

21. Quem são os principais clientes e onde se localizam?

22. Qual o preço de venda do plástico reciclado pela empresa?

23. Como é a demanda por plástico reciclado?

24. Quais as possíveis aplicações do plástico reciclado pela empresa? A que segmentos de empresas de transformação se destina o plástico reciclado?

25. Quais os benefícios proporcionados pela reciclagem de resíduos plásticos e pela sua comercialização?

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 a empresa acredita que a população vê a atividade da reciclagem e os produtos originados dela?

29. Sugestões para o aumento das atividades de reciclagem de plásticos pós-consumo no Estado (para as etapas de coleta, separação, transformação, para os municípios, para as universidades, para a legislação, etc).

## **TENDÊNCIAS**

30. Quais são os planos futuros da empresa?

31. Como a empresa vê a atividade de reciclagem nos próximos anos (oportunidades e barreiras)?

**ANEXO II**  
**ROTEIRO DE ENTREVISTA**

**EMPRESAS TRANSFORMADORAS**

**DADOS DA EMPRESA**

- 1 Razão Social:
- 2 Endereço:
- 3 Tel./Fax:
- 4 Entrevistado:
- 5 Cargo/Função:
- 6 Número de funcionários:
- 7 Ano de início das atividades:

**ASPECTOS GERAIS**

8 Tipo(s) de plástico(s) transformado(s) e quais utilizam resíduo e/ou matéria-prima virgem:

9 Quais os produtos são fabricados a partir de plástico reciclado? Qual a proporção de reciclado utilizado? A qualidade do produto fabricado pela empresa é equivalente/ inferior/ superior a um produto semelhante fabricado a partir de matéria-prima virgem?

10 A empresa utiliza plástico reciclado como matéria-prima desde quando?

11 Quais foram as motivações da empresa para utilizar plástico reciclado como matéria-prima?

12 Qual a quantidade mensal de plástico reciclado pós-consumo e industrial utilizado como matéria-prima? Qual a quantidade de plástico virgem utilizada?

13 Qual foi a produção de produtos que utilizam plástico reciclado em 1998?

**FORNECEDORES**

14 Em que forma o plástico reciclado chega até a empresa e por quais etapas ele já passou?

15 Quem são os principais fornecedores de resíduos plástico reciclado, onde se localizam e qual a quantidade comprada de cada um deles por mês?

16 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**

17 Como é o processo realizado pela empresa? Quais as etapas realizadas e os equipamentos utilizados?

18 Quais são os resíduos gerados pela empresa e qual o seu destino?

### **OPORTUNIDADES E BARREIRAS**

19 A qualidade do plástico reciclado no RS é adequada para a empresa? Caso não, por quê? Como poderia melhorar?

20 Quais as dificuldades encontradas na fabricação de produtos a partir resíduos plásticos reciclados e na sua comercialização?

21 Qual o preço médio do plástico reciclado (pós-consumo e industrial)? Qual o preço do plástico virgem?

22 Quais os benefícios proporcionados pela fabricação de produtos a partir de resíduos plásticos e pela sua comercialização?

23 Como é a oferta de plástico reciclado no RS?

24 Quem são os principais clientes e onde se localizam?

25 A empresa fez alguma pesquisa sobre a aceitação de produtos que utilizam plástico reciclados pelos consumidores? Se sim, quais foram os resultados?

26 O produto final contém alguma indicação que é feito a partir de plástico reciclado? Se não, como a empresa imagina que os consumidores reagiriam se soubessem que é feito de plástico reciclado?

não comprariam

depreciariam o produto (iriam querer pagar menos)

valorizariam o produto sem pagar mais caro

estariam dispostos a pagar mais caro. Quanto?

27 A empresa acredita que a curto e médio prazo os produtos que utilizam plástico reciclado serão mais valorizados pelos consumidores?

Não

Sim. Que ações estão previstas para atender esta nova realidade?



28 Sugestões para o aumento das atividades de reciclagem de plásticos pós-consumo no Estado (para as etapas de coleta, separação, transformação, para os municípios, para as universidades, para a legislação, etc).

### **TENDÊNCIAS**

29 Quais são os planos futuros da empresa?

30 Como a empresa vê a atividade de reciclagem nos próximos anos (oportunidades e barreiras)?

**ANEXO III**  
**ROTEIRO DE ENTREVISTA**

**EMPRESAS RECICLADORAS E TRANSFORMADORAS**

**DADOS DA EMPRESA**

1. Razão Social:
2. Endereço:
3. Tel./Fax:
4. Entrevistado:
5. Cargo/Função:
6. Número de funcionários:
7. Ano de início das atividades:

**ASPECTOS GERAIS**

8. Tipo (s) de plástico (s) reciclado (s):
9. Origem: quantidade de resíduos pós-consumo/mês reciclada?  
Quantidade de resíduo industrial/mês reciclado?
10. Quais os resíduos (produtos descartados pelos consumidores) são possíveis de serem reciclados?
11. Quais foram as motivações para a reciclagem?
12. Qual foi a produção em 1998?
13. Quais os produtos são fabricados a partir de plástico reciclado? Qual a proporção de reciclado utilizado?
14. A empresa utiliza plástico reciclado como matéria-prima desde quando?
15. Quais os produtos são fabricados a partir de plástico reciclado? Qual a proporção de reciclado utilizado?

**FORNECEDORES**

16. Quem são os principais fornecedores de resíduos plástico pós-consumo, onde se localizam e qual a quantidade comprada de cada um deles por mês?
17. Qual o critério para a escolha dos fornecedores?

18. Como é a oferta de resíduos pós-consumo no RS? Regularidade de fornecimento? Qualidade? Grau de contaminação? Sazonalidade influencia?

19. Qual o preço médio pago no último mês pelo resíduo plástico pós-consumo? E pelo resíduo industrial?

### **ASPECTOS TECNOLÓGICOS**

20. Como é o processo de reciclagem utilizado pela empresa? Quais as etapas realizadas e os equipamentos utilizados?

21. A empresa introduziu alguma inovação? Qual? Se afirmativo, como ela é desenvolvida pela empresa?

22. Quais são os resíduos gerados pela empresa e qual o seu destino?

### **OPORTUNIDADES E BARREIRAS**

23. Quais as dificuldades encontradas para a reciclagem resíduos plásticos reciclados e na sua comercialização?

24. Quais os benefícios proporcionados pela reciclagem de resíduos plásticos e pela sua comercialização?

25. Quais produtos descartados pelos consumidores não são atualmente reciclados no RS? Por quê? Em que condições seriam reciclados? Atualmente, onde estão sendo reciclados?

26. A empresa fez alguma pesquisa sobre a aceitação de produtos que utilizam plástico reciclados pelos consumidores? Se sim, quais foram os resultados?

27. O produto final contém alguma indicação que é feito a partir de plástico reciclado? Se não, como a empresa imagina que os consumidores reagiriam se soubessem que é feito de plástico reciclado?

- não comprariam
- depreciariam o produto (iriam querer pagar menos)
- valorizariam o produto sem pagar mais caro
- estariam dispostos a pagar mais caro. Quanto?

28. A empresa acredita que a curto e médio prazo os produtos que utilizam plástico reciclado serão mais valorizados pelos consumidores?

- Não
- Sim. Que ações estão previstas para atender esta nova realidade?

29. Sugestões para o aumento das atividades de reciclagem de plásticos pós-consumo no Estado (para as etapas de coleta, separação, transformação, para os municípios, para as universidades, para a legislação, etc).

### **TENDÊNCIAS**

30. Quais são os planos futuros da empresa?

31. Como a empresa vê a atividade de reciclagem nos próximos anos (oportunidades e barreiras)?

## **ANEXO IV**

### **QUESTIONÁRIO ENVIADO AO INSTITUO DO PVC**

1. Quais as possíveis aplicações do plástico reciclado?
2. Quais os benefícios proporcionados pela reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo?
3. Quais as dificuldades encontradas para a reciclagem dos resíduos plásticos pós-consumo?
4. Quais produtos de plástico descartados pelos consumidores não são atualmente reciclados no Brasil? Por quê? Em que condições seriam reciclados?
5. Como o Sra. acredita que a população vê a atividade da reciclagem e os produtos originados dela?
6. Sugestões para o aumento das atividades de reciclagem de plásticos pós-consumo (para as etapas de coleta, separação, transformação, para os municípios, para as universidades, para a legislação, etc.).
7. Como o Sra. vê a atividade de reciclagem de plástico pós-consumo nos próximos anos (oportunidades de negócios e barreiras)? Quais são as tendências?

## ANEXO V

### QUESTIONÁRIO ENVIADO À ABEPET

1. Quais as possíveis aplicações do plástico reciclado?
2. Quais os benefícios proporcionados pela reciclagem de resíduos plásticos pós-consumo?
3. Quais as dificuldades encontradas para a reciclagem dos resíduos plásticos pós-consumo? (PET)
4. Quais produtos de PET descartados pelos consumidores não são atualmente reciclados no Brasil? Por quê? Em que condições seriam reciclados?
5. Como o Sr. acredita que a população vê a atividade da reciclagem e os produtos originados dela?
6. Sugestões para o aumento das atividades de reciclagem de plásticos pós-consumo (para as etapas de coleta, separação, transformação, para os municípios, para as universidades, para a legislação, etc.).
7. Como o Sr. vê a atividade de reciclagem de plástico pós-consumo nos próximos anos (oportunidades de negócios e barreiras)? Quais são as tendências?