

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**SERVIÇOS AMBIENTAIS EM PELOTAS-RS:
A RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS SECOS**

AURÉLIO BANDEIRA AMARO

ORIENTADOR: PROF. DR. ROBERTO VERDUM

PORTO ALEGRE, JANEIRO DE 2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**SERVIÇOS AMBIENTAIS EM PELOTAS-RS:
A RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS SECOS**

AURÉLIO BANDEIRA AMARO

Orientador: Prof. Dr. Roberto Verdum

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Paulo Roberto Rodrigues Soares

Dr.^a Eng.^a Mariza Fernanda Power Reis

Prof. Dr. Gino Gehling

**Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Geografia como requisito
para obtenção do título de:
Mestre em Geografia.**

PORTO ALEGRE, JANEIRO DE 2014.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Roberto Verдум,
pela extrema dedicação que me permitiu seguir minha
caminhada rumo ao doutorado em Presidente Prudente.

Ao IPEA/ANPUR pela bolsa de um ano concedida. E à CAPES
pela sequência de bolsa na parte de conclusão dessa dissertação.

À minha família, amigos e amigas,
por todo amor e apoio dispensado.

Um agradecimento especial a Yvette Alania,
por me acompanhar e sempre me cativar rumo ao melhor.

Também manifesto minha gratidão
a Samuel Martins, pela parceria ao longo de todo mestrado,

À equipe do DMLU/POA:
Mariza Power Reis, pela permissão das visitas técnicas,
tanto em seu departamento, quanto nas cooperativas.
Ao Eng. Machado (e seus choques de realidade);
Aos técnicos Vilmar e Maraglai pelas orientações precisas;
ao nosso motorista Ari, pelas divertidas viagens por Porto Alegre,
e aos demais integrantes da
Divisão de Projetos Sociais, Reaproveitamento e Reciclagem (DSR).

Aos demais colegas e professores do
PPG em Geografia/IGeo/UFRGS,
pelas importantes contribuições intelectuais
durante as aulas e conversas pelos corredores.

(...) a Assembleia afirmou que o manejo ambientalmente saudável dos resíduos se encontrava entre as questões mais importantes para a manutenção da qualidade do meio ambiente da Terra e, principalmente, para alcançar um desenvolvimento sustentável e ambientalmente saudável em todos os países.

(Agenda 21, Cap. 21, §21.1 – Grifos nossos).

RESUMO

O presente trabalho trata de uma pesquisa apresentada como dissertação para obtenção do título de mestre em Geografia. O estudo foi realizado na cidade de Pelotas – Rio Grande do Sul – Brasil, e se justifica pela recente aprovação da Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Seu tema principal é a tentativa de mensuração dos benefícios gerados pela atividade de reciclagem de resíduos sólidos secos nesta cidade. Para isso, utilizou-se como principais bases teórico-metodológicas estudos que abordam os benefícios ambientais proporcionados e desperdiçados pela prática da (não) reciclagem de resíduos no Brasil. Os resultados permitem dizer que a cidade – através da coleta seletiva pública, dos catadores e dos compradores de recicláveis – reinsere, mensalmente, em torno de 2,2 mil toneladas de materiais no ciclo produtivo, com benefícios ambientais da ordem de R\$ 19 milhões/ano. Também foi feito um balanço sobre o quanto é perdido pela não reciclagem dos resíduos, estando esse valor na ordem de R\$ 16 milhões/ano.

Palavras-chave

Reciclagem – Catadores – Coleta seletiva – Resíduos sólidos – Benefícios ambientais

ABSTRACT

This research is presented as a dissertation in order to obtain the Masters degree in Geography. The study was conducted in the city of Pelotas - Rio Grande do Sul - Brazil, and it is justified because of the recent approval of the Law n^o 12.305/2010, which establishes the Solid Waste National Policy. The main theme is based on the attempt to measure the benefits generated by the dry solid waste recycling in the mentioned city. It was used, as the main theoretical and methodological basis, studies that issues the wasted enviromental benefits that results from (not) recycling solid in Brazil. Results allow to state that, through public collective selection, waste pickers and recyclable material buyers, is reintegrated in a monthly basis the total about of 2.2 thousand tons of material included in the productive cycle, obtaining an environmental profit of approximately R\$ 19 Million peryear. It was also made an assessment on how much is lost by not recycling, getting a cost value of R\$ 16million.

Keywords

Recycling, Waste pickers, Collective selection, Solid waste, Environmental benefits

RESUMEN

El presente trabajo es una investigación presentada a modo de disertación para obtener el título de Maestro en Geografía. El estudio fue realizado en la ciudad de Pelotas - Rio Grande do Sul - Brasil, y está justificado por la reciente aprobación de la Ley n 12.305/2010, que constituye la Política Nacional de Residuos Sólidos. El tema principal se basa en la tentativa de medir los beneficios generados por el reciclaje de residuos sólidos secos en dicha ciudad. Para eso se utilizaron, como principal base teórica y metodológica, las premisas adoptadas en el libro Los resultados permiten decir que la ciudad - a través de la colecta selectiva pública, de los recolectores y los compradores de materiales reciclables - reinserta mensualmente entorno de 2,2 mil toneladas de material en el ciclo productivo, consiguiendo un beneficio ambiental expresado en un monto aproximado de R\$ 19 millones/año. También fue realizado un balance sobre cuanto se pierde al no reciclar los residuos, obteniendo un valor aproximado de R\$ 16 millones/año.

Palabras clave:

Reciclaje, Recolectores de basura, Colecta selectiva, Residuos sólidos, Beneficios ambientales.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 QUESTIONAMENTO	17
1.2 HIPÓTESE	17
1.3 ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA PESQUISA	18
2. JUSTIFICATIVA	20
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 OBJETIVO GERAL	22
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL.....	23
4.1 O SISTEMA CAPITALISTA, A QUESTÃO AMBIENTAL E OS RESÍDUOS SÓLIDOS	23
4.2 ESPAÇO GEOGRÁFICO: INTERFACE ENTRE NATUREZA E SOCIEDADE PARA TRATAR A QUESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	31
5. METODOLOGIA.....	37
5.1 EXCLUSÕES	40
5.2 AGENTES ENVOLVIDOS	41
6. A COLETA DOMICILIAR NÃO-SELETIVA PÚBLICA.....	42
6.1 A COLETA	42
6.2 A ESTAÇÃO DE TRANSBORDO.....	52
6.3 DESTINAÇÃO FINAL: ATERRO SANITÁRIO DE CANDIOTA-RS	57
6.4 OS CUSTOS DE OPERAÇÃO	60
7. A COLETA SELETIVA PÚBLICA	62
7.1 O PROJETO ADOTE UMA ESCOLA	66
7.2 O TRABALHO NAS COOPERATIVAS.....	67
7.3 ANÁLISE DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS DA COLETA SELETIVA PÚBLICA.....	74
8. AÇO	76
8.1 USINAS INTEGRADAS	77
8.2 A OBTENÇÃO DE AÇO A PARTIR DA RECICLAGEM	86

8.3 OS BENEFÍCIOS DA RECICLAGEM	86
8.4 A RECICLAGEM DA SUCATA DE AÇO EM PELOTAS-RS.....	88
9. ALUMÍNIO	92
9.1 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DO ALUMÍNIO.....	94
9.2 A RECICLAGEM DO ALUMÍNIO	95
9.3 A RECICLAGEM DO ALUMÍNIO EM PELOTAS-RS.....	96
10. CELULOSE.....	99
10.1A RECICLAGEM DE PAPEL NO BRASIL.....	101
10.2A RECICLAGEM DA CELULOSE EM PELOTAS-RS.....	102
10.3OS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DA RECICLAGEM DA CELULOSE EM PELOTAS-RS.....	104
11. O PLÁSTICO	108
11.1 A RECICLAGEM DE PLÁSTICOS.....	112
11.2 O COMÉRCIO DA RECICLAGEM DE PLÁSTICOS EM PELOTAS-RS.....	116
11.3 A RECICLAGEM MECÂNICA DE PLÁSTICOS EM PELOTAS-RS	117
11.4 O MERCADO DOS PLÁSTICOS E SUAS PERSPECTIVAS FUTURAS	120
12. O VIDRO	123
12.1 O PROCESSO DE RECICLAGEM DO VIDRO E OS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS.....	126
12.2 A RECICLAGEM DO VIDRO EM PELOTAS-RS.....	126
12.3 VIDRO: RECICLAR OU RETORNAR?.....	129
13. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	132
13.1 A RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM PELOTAS-RS: ENTRE CIRCUITOS E REDES.	142
14. CONCLUSÃO	145
<i>REFERÊNCIAS.....</i>	<i>147</i>
<i>APÊNDICE 1 - Entrevista com compradores de recicláveis locais</i>	<i>159</i>
<i>ANEXO 1 – Mapa da coleta orgânica</i>	<i>162</i>
<i>ANEXO 2 – Mapa da coleta seletiva porta a porta.....</i>	<i>163</i>
<i>ANEXO 3 – Lista de empresas de reciclagem mecânica de plásticos</i>	<i>164</i>
<i>ANEXO 4 – Mapa geológico-geomorfológico de Pelotas-RS.....</i>	<i>166</i>

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativa dos potenciais benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem	39
Tabela 2 – A coleta domiciliar não-seletiva em Pelotas-RS.....	45
Tabela 3 – Coleta não-seletiva convencional - evolução triênio 2010 – 2012	47
Tabela 4 – Coleta de RSD Containerizada: Biênio 2011-2012	49
Tabela 5 – Total coletado pela coleta não-seletiva pública no biênio 2011 - 2012 ...	50
Tabela 6 – Composição física média do resíduo domiciliar de Pelotas-RS	51
Tabela 7 – Os custos do sistema de coleta não-seletiva	61
Tabela 8 – O tempo de decomposição dos resíduos	63
Tabela 9 – Horários da coleta seletiva pública em Pelotas-RS.....	65
Tabela 10 – As cooperativas atuantes em Pelotas-RS.....	68
Tabela 11 – Coleta seletiva pública em Pelotas-RS: Custo médio por tonelada/mês	73
Tabela 12 – Ranking da produção mundial de aço bruto em 2011	76
Tabela 13 – O consumo <i>per capita</i> aparente de alguns metais e ligas	77
Tabela 14 – O consumo <i>per capita</i> de produtos de aço por região	77
Tabela 15 – Produção média de sucata de aço por setor.....	82
Tabela 16 – Diferenças no consumo de matérias-primas em usinas integradas e semi-integradas.....	87
Tabela 17 – Os benefícios da reciclagem do aço em Pelotas-RS	89
Tabela 18 – Os benefícios ambientais da reciclagem do aço em Pelotas-RS.....	90
Tabela 19 – Os benefícios da reciclagem de aço para a gestão pública de Resíduos Sólidos em Pelotas-RS	91
Tabela 20 – Os tipos de alumínio e os respectivos preços pagos (DEZ/2013).....	97
Tabela 21 – Os benefícios ambientais da reciclagem de alumínio em Pelotas-RS ..	98
Tabela 22 – Os benefícios da reciclagem do alumínio para a gestão pública de Resíduos Sólidos em Pelotas-RS	98
Tabela 23 – Exportação coleta seletiva pública	103
Tabela 24 – Os passivos ambientais da produção de materiais celulósicos	106
Tabela 25 – Os benefícios ambientais da reciclagem de celulose em Pelotas-RS.	107
Tabela 26 – Os benefícios da reciclagem do alumínio para a gestão pública de Resíduos Sólidos em Pelotas-RS	107

Tabela 27 – A classificação dos plásticos.....	111
Tabela 28 – Tipos e características dos processos da reciclagem química de plásticos	112
Tabela 29 – As aplicações dos plásticos reciclados	115
Tabela 30 – Média mensal de exportação para reciclagem por tipo de plástico em Pelotas-RS.	117
Tabela 31 – Caminhões de coleta que deixam de ser necessários devido à reciclagem de plásticos em Pelotas-RS (Valores médios)	118
Tabela 32 – Os benefícios da reciclagem de plásticos aos cofres públicos de Pelotas-RS.	118
Tabela 33 – Benefícios econômicos proporcionados pela reciclagem do plástico em Pelotas-RS	119
Tabela 34 – Os benefícios ambientais da reciclagem do plástico em Pelotas.....	119
Tabela 35 – Plásticos pouco ou não reciclados no Brasil	122
Tabela 36 – Vidros: Classificações e usos	123
Tabela 37 – Comparação entre as vias de produção tradicional e da reciclagem de vidros.....	128
Tabela 38 – Os custos da coleta e reciclagem de vidro em Pelotas-RS.....	129
Tabela 39 – Estimativa da participação dos programas de coleta seletiva formal (2008).....	133
Tabela 40 – Índices de participação da coleta seletiva pública na reciclagem em Pelotas-RS	133
Tabela 41 – Os benefícios totais da reciclagem de resíduos sólidos secos em Pelotas-RS	138
Tabela 42 – Os serviços ambientais desperdiçados em Pelotas-RS.....	140
Tabela 43 – Estimativa de preços com o aumento da eficiência da coleta seletiva - valores mensais	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização de Pelotas-RS e suas regiões administrativas	19
Figura 2 – Fluxos de contaminação e seus respectivos mecanismos naturais	27
Figura 3 – Diagrama das vias de acesso de agentes patogênicos para o homem, através do lixo disposto inadequadamente.	28
Figura 4 – Geração de Resíduos Sólidos Urbanos	30
Figura 5 – O sistema de produção tradicional e a reciclagem	30
Figura 6 – As empresas e atuações do Grupo Solví	43
Figura 7 – Balanço trienal coleta não-seletiva convencional (2010 - 2012).....	47
Figura 8 – Coleta Containerizada de RSD: Biênio 2011 – 2012.....	49
Figura 9 – Quantidade coletada triênio 2010-2012.....	51
Figura 10 – Situação geográfica do antigo Aterro Controlado de Pelotas-RS.....	52
Figura 11 – Antigo Aterro Controlado de Pelotas-RS: Detalhe.....	53
Figura 12 – Balança para pesagem dos veículos.....	55
Figura 13 – Cabine de registros da balança.....	55
Figura 14 – Plataforma de transbordamento	56
Figura 15 – Transbordamento de caminhão coletor direto	56
Figura 16 – A Estação de Transbordo de Pelotas-RS.....	57
Figura 17 – Área do Aterro Sanitário de Candiota-RS - 18 de setembro de 2010....	57
Figura 18 – Aterro Sanitário de Candiota-RS: Visão geral	58
Figura 19 – Chaminé de captação e queima de gases	59
Figuras 20 e 21 – Carregamento e descarregamento de solo argiloso para recobrimento dos resíduos.....	59
Figura 22 – Lagoas de tratamento de chorume – 20 de janeiro de 2010	60
Figura 23 – A equipe de divulgação da Coleta Seletiva porta a porta doSANEP	64
Figura 24 – Área Urbana de Pelotas: O Núcleo de Educação Ambiental (NEAS) e a distribuição das Cooperativas de catadores.....	68
Figura 25 – A produtividade mensal média das cooperativas, por grupo de materiais (valores em toneladas).....	70
Figura 26 - Distribuição das importações minerais brasileiras 1º/2013	80
Figura 27 – Procedência do carvão vegetal utilizado	80
Figura 28 – Distribuição setorial do consumo de produtos siderúrgicos.....	84
Figura 29 – Mapa do parque produtivo de aço no Brasil	85

Figura 30 – Processo integrado e semi-integrado de produção de aço e seus produtos	88
Figura 31 – Mapa de atuação da indústria do alumínio	93
Figura 32 – Consumo Doméstico de Produtos Transformados de Alumínio por Setor em 2010	96
Figura 33 – Evolução da produção brasileira de celulose	99
Figura 34 – A evolução da produção brasileira de Papel	100
Figura 35 – Ranking mundial de produção de papel e celulose	101
Figura 36 – Evolução do consumo aparente e a taxa de recuperação de materiais celulósicos.....	102
Figura 37 – Distribuição dos plantios de Eucalyptus e Pinus no Brasil, 2012	105
Figura 38 – A cadeia petroquímica brasileira	110
Figura 39 – Distribuição das indústrias de reciclagem mecânica no Brasil, 2011 ..	113
Figura 40 – Plásticos: O sistema de produção linear e a reciclagem	116
Figura 41 – A densidade populacional, a produção de resíduos e os catadores ...	135
Figura 42 – Os fixos e fluxos máximos da reciclagem de resíduos sólidos em Pelotas-RS	143
Figura 43 – A reciclagem em Pelotas e os circuitos econômicos	144

1. INTRODUÇÃO

A reciclagem de resíduos sólidos urbanos é uma atividade que possibilita benefícios ambientais e econômicos. Por se tratar de materiais que já passaram pelo procedimento de transformação, a partir de matérias-primas virgens, a sua reintrodução no processo produtivo é mais parcimoniosa. Durante o reprocessamento, as indústrias economizam – além da própria matéria-prima virgem – insumos, água, mão-de-obra e tempo. Há, também, diminuição na geração de gases, efluentes e resíduos, além de seus consequentes passivos ambientais.

No entanto, basta uma rápida observação, pelas ruas das cidades brasileiras, para percebermos que a maior parte dos resíduos sólidos produzidos não são destinados à reciclagem. Devido à falta de hábito/conhecimento da população, é comum o descarte dos materiais orgânicos misturados aos materiais secos. Por conta disso, a quantidade destinada para coleta seletiva (quando há) é pequena, pois a parcela da população que participa é diminuta. Como resultado, milhares de toneladas de materiais, potencialmente recicláveis, são enterradas anualmente, gerando um grande desperdício.

No Brasil, o alerta sobre a importância da reciclagem já foi dado. Em 1999, Calderoni (1999) lançou a primeira edição de seu livro “*Os bilhões perdidos no lixo*”. Foi o primeiro estudo que denunciava veementemente o desperdício de recursos naturais, humanos e energéticos que o Brasil fazia – e continua fazendo. Com a metodologia adotada pelo pesquisador, e com os valores de 1997, o autor estimou que, caso houvesse a reciclagem total dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) secos, haveria um potencial econômico de quase seis bilhões de reais por ano.

Em 2010, o Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) publicou o “*Relatório sobre Pagamentos por Serviços Ambientais Urbanos*” que, adotando algumas novas metodologias, fez uma “atualização” dos estudos de Calderoni (1999). Ao sintetizarem os resultados, os pesquisadores apontaram que caso o Brasil reciclasse todos os seus RSU secos, poderiam ser injetados mais de oito bilhões de reais por ano na economia nacional. (IPEA, 2010).

Os dados quantificados nesta pesquisa não consideram apenas os benefícios econômicos concebidos pela utilização de matérias-primas já processadas pela indústria, mas também, os benefícios ambientais – medidos pela diminuição das emissões de poluentes e da destruição da biodiversidade.

Foi com base, principalmente, neste Relatório do IPEA que aprovaram, em agosto de 2010, a Lei número 12.305, a qual sanciona a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS). Seu texto é composto por seis capítulos e cinquenta e sete artigos que fazem referência às normas para produção, manejo, tratamento, reciclagem e disposição final dos resíduos sólidos.

As novas imposições trarão mudanças significativas no manejo desses resíduos para toda a sociedade brasileira. Unidades federativas, prefeituras, indústrias, estabelecimentos comerciais e de serviços diversos, além dos próprios cidadãos e cidadãs brasileiras terão de adequarem-se às novas regras.

Muitos comemoraram a aprovação da lei, propagandeando que suas imposições tornarão o assunto – antes tratado de forma tão desleixada por muitos administradores públicos – em alvo de políticas públicas sérias.

Os lixões, por exemplo, além do péssimo aspecto visual que impõem à paisagem, contaminam o solo – com o chorume, a atmosfera – com gases que corroboram para o efeito estufa – e, ainda, alimentam vetores, como pequenos mamíferos, aves e insetos. A proibição desse tipo de destinação final em prol dos aterros sanitários – onde existe a impermeabilização do solo, o aterramento dos resíduos (impedindo o desenvolvimento de vetores) e o tratamento adequado dos gases e efluentes originários das pilhas de resíduos – proporcionará grandes benefícios de ordem ambiental, sobretudo à saúde pública.

Outra imposição será a implementação, por parte dos produtores e revendedores, da Logística Reversa para produtos, cujo resíduo e/ou embalagem, classificados como “Resíduo Perigoso”. É o caso das embalagens de agrotóxicos, das pilhas e baterias, dos produtos eletrônicos, dos pneus, dos óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens e de algumas lâmpadas, como as fluorescentes.

O que poucos percebem, no entanto, é que a PNRS, apesar das benfeitorias que proporcionará para a população e para o ecossistema, ainda permite muitas situações de exploração do trabalho daqueles que constituem a base da cadeia de reciclagem de resíduos sólidos urbanos: os catadores de materiais recicláveis.

Tais trabalhadores são vítimas de várias formas. A primeira, e mais evidente delas, são as condições de (extrema) pobreza a que estão submetidos. Geralmente, estão nesta atividade por não disporem de outras alternativas de trabalho e renda, que lhes proporcionem melhores condições de vida. A outra, menos evidente para a

maior parte da população, é o aproveitamento abusivo de seu trabalho por diversos atores que agem de forma direta e indireta, seja pela iniciativa privada ou pública.

A iniciativa privada beneficia-se diretamente do trabalho dessas pessoas. Ela configura-se como uma rede que é constituída por compradores de recicláveis, transportadores e industriais que movimentam milhões de reais todos os anos no Brasil. Já o Estado, em suas diversas esferas, recolhe os benefícios de forma indireta, seja pela economia quando no pagamento por serviços de limpeza pública, no recolhimento de tributos ou na diminuição da necessidade de investimentos em obras de infraestrutura e/ou programas sociais.

Outra questão observada diz respeito às estimativas sobre os valores (em quantidade e monetários) que o mercado de reciclagem brasileiro movimenta atualmente. Na última edição de seus estudos, Calderoni (2003) estimou os benefícios monetários, à época, em torno de R\$ 1,2 bilhão. No relatório do IPEA (2010), as estimativas giram entre R\$ 1,4 e 3,3 bilhões. Percebe-se que a margem de erro da estimativa é de quase R\$ 2 bilhões - um número muito expressivo que pode gerar problemas na sua interpretação.

A PNRS também estabelece que, a partir de 2014, somente os rejeitos poderão ser enviados para aterros sanitários. Isso significa que apenas resíduos não recicláveis, ou cujo processo de reciclagem seja muito caro, poderão ser enterrados (PNRS, 2010, Artigo 3º, incisos XV e XVI). Para que isso ocorra, as prefeituras precisarão oferecer à população dois tipos de coletas regulares de resíduos domiciliares: a coleta orgânica (de materiais orgânicos) e a seletiva de materiais recicláveis. O objetivo será a “*destinação final ambientalmente adequada*”. De acordo com esse princípio, os resíduos orgânicos poderão ser encaminhados para usinas de compostagem ou para aproveitamento energético, enquanto os materiais recicláveis poderão ser enviados para usinas de triagem para posterior venda no mercado de recicláveis.

Mas tudo, é nítido, dependerá da viabilidade social e econômica para o desenvolvimento de tais iniciativas (PNRS, Artigo 3º, inciso VII). Essas práticas trarão grandes benefícios de ordem social e ambiental pelo fato de proporcionar novas vagas no mercado de trabalho e diminuir a demanda de matérias-primas virgens e energia.

No entanto, foram observados, em trabalhos de campo realizados junto ao Departamento de Limpeza Urbana do município de Porto Alegre (DMLU) e em

visitas a alguns estabelecimentos particulares de compradores de recicláveis, em Porto Alegre-RS e Pelotas-RS, além de análise de outros estudos, que o tratamento dispensado aos materiais – se aproveitados ou tratados como rejeitos – varia de cooperativa para cooperativa, de comprador para comprador, de cidade para cidade.

Este se constitui em um dos problemas a serem investigados – por que há essa diferença? Outra questão refere-se à variabilidade, em termos quantitativos e qualitativos, de materiais secos passivos de reciclagem. Porque há tantos tipos de vidros, plásticos, derivados de celulose e diferentes ligas metálicas? Em busca de um mercado reciclador mais eficiente, uma das soluções não seria a diminuição dessa variedade?

Verifica-se que, ainda, são necessárias muitas pesquisas sobre o mercado de reciclagem brasileiro pois, somente através delas, serão apontados dados mais concretos e suas falhas, sendo que, a partir disso, poderão ser elaborados possíveis meios de tornar eficiente esse sistema.

Enfatiza-se, assim, a importância e necessidade da elaboração de trabalhos que pesquisem áreas menores, possibilitando um controle maior sobre as diversas variáveis envolvidas. O projeto de pesquisa, aqui apresentado, possui este argumento como principal premissa para sua aplicação na cidade de Pelotas-RS. Em nossa visão, somente assim será possível computar dados mais precisos sobre os benefícios econômicos e ambientais proporcionados, tanto para a cidade de Pelotas-RS, como para as áreas do entorno e, a partir deste, cruzar as informações com os estudos de maior abrangência sócio espacial.

1.1 Questionamento

Considerando as duas pesquisas citadas – CALDERONI (2003) e IPEA (2010) – faz-se o seguinte questionamento: Existe a possibilidade da mensuração dos serviços ambientais proporcionados pelo comércio da reciclagem de resíduos sólidos secos de Pelotas-RS?

1.2 Hipótese

Tem-se como hipótese, após a apresentação feita acima, a viabilidade da possibilidade de mensuração dos benefícios ambientais da reciclagem de resíduos

sólidos domésticos secos não perigosos, da cidade de Pelotas-RS. Essa mensuração se daria através da adoção e adaptação das metodologias utilizadas por CALDERONI (2003) e IPEA (2010), assim como pelo mapeamento da área de abrangência e, conseqüentemente, a delimitação dos fixos e fluxos deste mercado.

1.3 Área de abrangência da pesquisa

A pesquisa visou, dentre outros objetivos, identificar parte dos fluxos e fixos da cadeia produtiva da reciclagem de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Pelotas-RS. Para tanto, tornou-se necessária sua divisão em duas etapas, cada qual com escalas espaciais bem distintas.

Na primeira, foram levantados dados sobre a produção e a destinação de resíduos sólidos domiciliares de Pelotas-RS (Figura 1). Nesta etapa, a área de abrangência da pesquisa limitou-se ao município de Pelotas-RS e ao município de Candiota-RS - este último apenas por conta do aterro sanitário.

Na segunda fase da pesquisa foi estudada a destinação dada aos recicláveis que são exportados para outras cidades. A partir daí, realizou-se o mapeamento dos fixos e fluxos, assim como o estabelecimento dos circuitos, superior e inferior, da reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos Secos em Pelotas-RS.

Como resultado, a área de abrangência da pesquisa obteve uma exponencial expansão. Com os dados levantados, incluem várias cidades dos Estados do Rio Grande do Sul (especialmente a região metropolitana de Porto Alegre), de Santa Catarina e até mesmo do país vizinho, Uruguai.

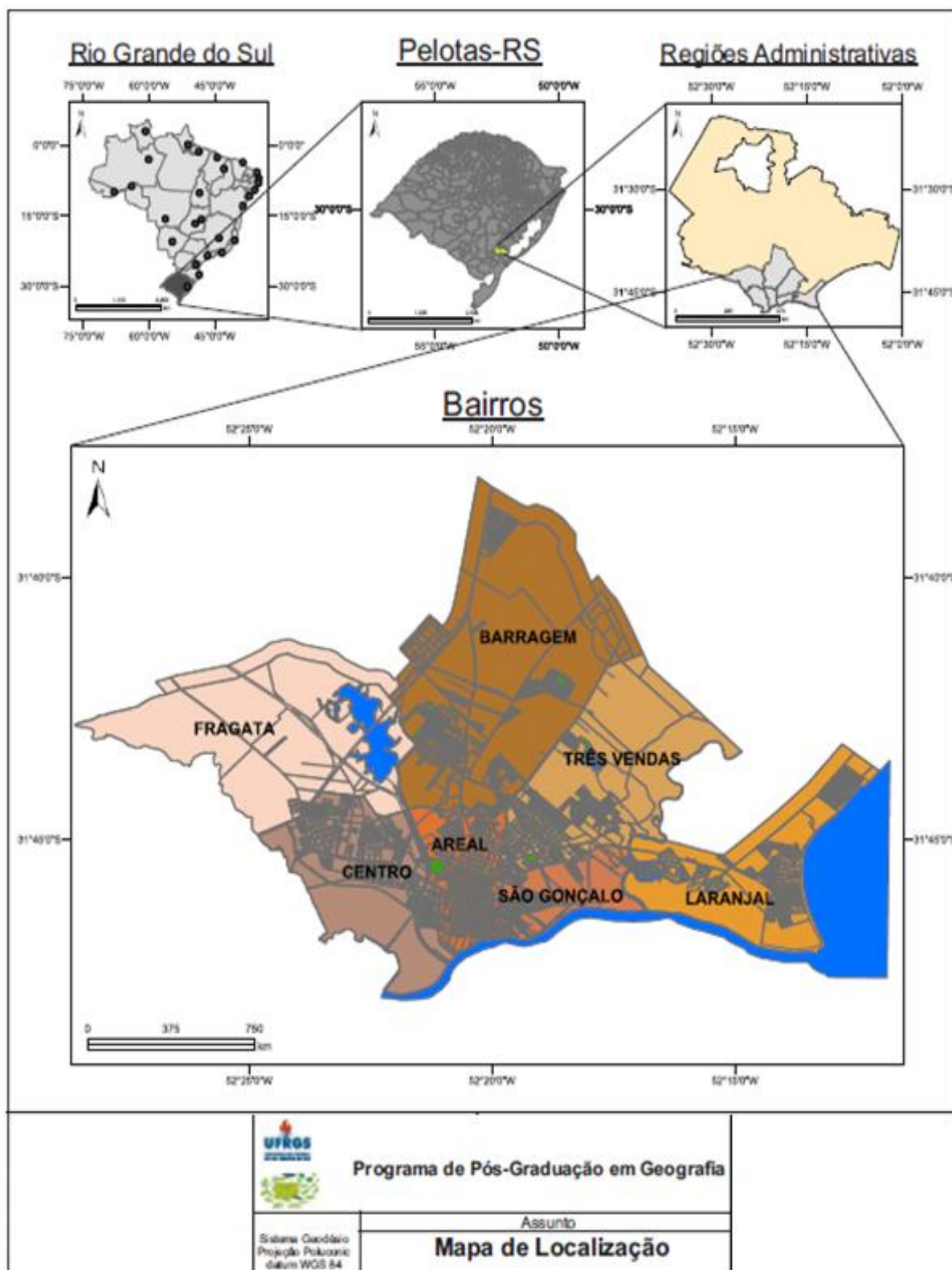


Figura 1 – Localização de Pelotas-RS e suas regiões administrativas
Elaboração: Andrea Conceição Lemos, 2013.

2. JUSTIFICATIVA

Depois de um longo período de estagnação, a cidade voltou a desenvolver-se economicamente, em função, principalmente, do abrupto desenvolvimento industrial e naval do município vizinho, Rio Grande. Em horizonte, não muito distante, vislumbra-se o processo de conurbação de ambas. Atualmente, já existem projetos para a criação de uma região metropolitana que englobe os municípios Capão do Leão, Pelotas, Arroio do Padre, Rio Grande e São José do Norte (DIÁRIO POPULAR, 2013).

A cidade de Pelotas, de acordo com estimativas do IBGE, em julho de 2013 possuía aproximadamente 317,5 mil habitantes, sendo considerada uma cidade média. Automaticamente, ela congrega o grupo de cidades que em 2009 respondiam por 28% do PIB nacional e que apresentam desenvolvimento superior aos das metrópoles brasileiras (VEJA, 1/10/2010, p.79). Em função disso, esse grupo tem recebido especial atenção das políticas públicas do governo federal, na medida em que o desenvolvimento desses centros urbanos fortalece a rede urbana brasileira e contribui para o seu desenvolvimento social. Ademais, esse fenômeno também serve para diminuir as pressões por fornecimento de recursos e serviços nos grandes centros urbanos – que já apresentam grandes déficits.

Porém, o desenvolvimento da economia pelotense precisa, como todas as cidades brasileiras, estar baseado nas premissas do desenvolvimento sustentável, na medida em que este permite, não só uma melhor harmonia com o meio em que está inserida como pode ser uma ferramenta para diminuição das injustiças sociais.

Destarte, o planejamento ambiental de uma cidade pode ser uma ferramenta excepcional, pois o desenvolvimento econômico – em associação com o crescimento urbano – faz com que a população cidadina aumente suas taxas de consumo.

Uma das consequências sistemáticas deste aumento é o incremento das taxas de produção de resíduos sólidos, o que exige o aumento dos serviços de limpeza urbana. Porém, para um desenvolvimento sustentável não basta apenas limpar as ruas. A questão ambiental exige que se reutilize e que se recicle os materiais, apontado essa atividade como uma das mais importantes para diminuir a demanda por recursos naturais e, ao mesmo tempo, os impactos nocivos ao ambiente e à biodiversidade.

A implantação de um programa de coleta seletiva domiciliar de resíduos, por si só, já implica em um grande avanço. Pelotas o fez em 2010. Não obstante, a eficiência desses programas exige, além de uma boa gestão administrativa, iniciativas que apontem falhas e estudem suas soluções. Em vista disso, pesquisas sobre o tema de produção, gestão e reciclagem de resíduos sólidos em Pelotas se fazem necessárias. Elas podem fornecer às autoridades subsídios para investigações mais aprofundadas que, posteriormente, podem resultar no fortalecimento da atividade de reciclagem na cidade e, por consequência, na redução dos danos ambientais.

Justifica-se, dessa forma, o desenvolvimento da pesquisa aqui proposta. Por maior que sejam suas limitações, observa-se que ela poderá servir como ponto de partida para outros trabalhos relacionados ao tema.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Investigar, computar e analisar os benefícios econômicos e ambientais proporcionados pela cadeia da reciclagem de resíduos sólidos secos de Pelotas-RS.

3.2 Objetivos específicos

- a) Elaborar um panorama geral sobre a coleta não-seletiva.
- b) Descrever o sistema de coleta seletiva pública.
- c) Computar os rendimentos das cooperativas de catadores vinculados à Prefeitura.
- d) Estimar as quantidades de materiais desviados dos serviços de limpeza pública pelo mercado da reciclagem.
- e) Descrever o processo de produção a partir de matérias-primas virgens dos materiais considerados (aço, alumínio, celulose, plástico e vidro).
- f) Calcular os benefícios econômicos e ambientais proporcionados pela reciclagem desses materiais.
- g) Mapear os fluxos e fixos da reciclagem de resíduos sólidos secos.
- h) Estabelecer limites entre os circuitos inferior e superior, dentro do sistema de reciclagem do qual a cidade se insere.
- i) Projetar as perdas causadas pela não reciclagem dos resíduos sólidos secos.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-CONCEITUAL

Pesquisas que envolvem a geração, gestão e reciclagem de resíduos sólidos não costumam ser simples. Ao contrário, em função dos complexos mecanismos espaciais e temporais que envolvem essa cadeia, elas costumam ser muito limitadas. A pesquisa que aqui se propôs e desenvolveu não é, de forma alguma, uma exceção.

A questão dos resíduos envolve a “*produção e o consumo do e no espaço*”, como Rodrigues (1998) escreveu e, inclusive, intitolou seu livro. A complexidade do tema resíduos sólidos o é como a questão ambiental, pois ambos (o primeiro fazendo parte do segundo) representam as limitações à que a humanidade e o sistema capitalista podem exercer sobre o ambiente. Porém, encontrar mecanismos que permitam amenizar os impactos e, dessa forma, permitir a continuidade da existência da humanidade na Terra, tem se mostrado fundamental.

Quando se trata dos benefícios ambientais, proporcionados pela reciclagem de materiais, estes se devem ao corte em cadeias lineares de produção e descarte. Mas, para entender a natureza de tais benfeitorias econômicas e ambientais é preciso, em primeiro lugar, obter-se noções sobre o sistema produtivo linear (ou o ciclo de vida, como preferem outros) dos materiais aqui tratados (a saber: o aço, o alumínio, a celulose, o plástico e o vidro).

Observa-se, portanto, que se faz necessário deixar nítidos os conceitos que serão utilizados e a forma que serão apropriados.

4.1 O sistema capitalista, a questão ambiental e os resíduos sólidos

Fruto da deliberada expansão do modo de produção capitalista pelo planeta Terra, o equilíbrio dinâmico entre a vida e o ambiente físico está sendo ameaçado. Conhecida como “a questão ambiental”, ela:

“(...) deve ser compreendida como um produto da intervenção da sociedade sobre a natureza. [...] Corresponde à produção destrutiva que se caracteriza pelo incessante uso de recursos naturais sem possibilidade de reposição.”
(RODRIGUES, 1998, p. 13).

Os primeiros movimentos classificados como “ambientalistas”, ou seja, que buscavam a preservação do ambiente, tiveram seu estopim na década de 1950, no

Japão. O movimento iniciou depois de constatado que o despejo de mercúrio, por uma indústria química, na baía de Minamata estava voltando à população através da ingestão dos peixes contaminados. “Assim, a problemática dos rejeitos começa a ganhar força política.” (PORTO-GONÇALVES, 2006, p. 67).

No princípio do movimento, a maior parte das manifestações se dava contra a presença de indústrias poluidoras dentro dos países desenvolvidos. Foi a partir dessa época que se iniciou o processo de migração da indústria suja para os países denominados do Terceiro Mundo. (PORTO-GONÇALVES, 2006).

Em 1962, o livro “Primavera Silenciosa”, de Rachel Carson, fez o mundo voltar seus olhos para as consequências do uso indiscriminado de pesticidas na agricultura e suas consequências mortais para o ambiente. Com esta obra, a autora deu partida a uma série de eventos, os quais resultariam na criação de um movimento popular exigindo a proteção do “meio ambiente”, não só nos EUA, mas, através da mídia, em vários países do mundo.

No final da mesma década de 1960, houve a reunião de um grupo de empresários e executivos de corporações transnacionais (Xerox, IBM, Fiat, Remington, Rand, Ollivetti, dentre outras), fundando o Clube de Roma. Liderados pelo italiano Aurelio Peccei e pelo cientista escocês Alexander King, percebem que, da forma como a economia se processava, ela levaria à destruição do ambiente de reprodução do capital.

O relatório Meadows patrocinado pelo Clube de Roma e elaborado por cientistas de uma das mais renomadas instituições acadêmicas estadunidenses, o Massachusetts Institute of Technology – MIT – apresenta um título ilustrativo – *The limits to the growth* – Os limites do crescimento. Embora partindo de uma hipótese simplificadora, o documento assinalava o tempo necessário para o esgotamento dos recursos naturais, caso fossem mantidas as tendências de crescimento até então prevalentes. (PORTO-GONÇALVES, 2006, p.67- 68)

Com o uso das taxas de crescimento e da destruição de habitats da época, os autores do relatório fizeram previsões auxiliadas por programas de informática. O resultado previa a destruição do ambiente terrestre se nada fosse feito. Como alternativa, foi defendido o “Crescimento Zero”, onde “os países deveriam parar de crescer para manter o ‘meio ambiente’, o que implicava a permanência com algumas alterações, da divisão internacional do trabalho.” (RODRIGUES, 2011, p. 208)

Também, foi neste período que se principiou o que Passet (1994) chama de fase do *Environment* (Ambiente), quando se verifica que os problemas não diziam

respeito apenas às escalas locais. É a partir desse momento que a sociedade descobre que o seu sistema de produção possui capacidade de destruir sua própria capacidade de (re)produção, e, ademais, em escala planetária. Surge então, a necessidade, pelas classes dominantes, de um órgão global promover o debates em conferências internacionais. Responsabilizou-se, portanto, a Organização das Nações Unidas (PASSET, 1994).

Em 1972, em Estocolmo, ocorreu a Conferência da ONU sobre Meio Ambiente. O assunto central foram as diretrizes apontadas pelo relatório “*Os Limites para o crescimento*”. A conferência acabou com poucos resultados, uma vez que houve intensos debates pelo posicionamento contrário, dos países denominados subdesenvolvidos, à meta de, simplesmente, pararem de crescer sem alcançar os níveis de desenvolvimento daqueles de primeiro mundo.

Após convite de Javier Pérez de Cuéllar (então secretário Geral da ONU), a ex-primeira ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, cria e coordena “*A Comissão sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*”, em 1983. Os trabalhos de pesquisa desse grupo resultaram na publicação, quatro anos mais tarde, do relatório “**Nosso Futuro Comum – Comissão Mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento**”, também conhecido como *Relatório Brundtland*.

O cerne principal desse documento foi sua proposta que serviu como alternativa ao radical “*Crescimento Zero*”. Denominado como *Desenvolvimento Sustentável*, foi definido como:

O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da Terra e preservando as espécies e os habitats naturais. (BRUNDTLAND, 1987).

Em junho de 1992, organizada pela ONU, foi realizada a “Eco-92”, ou “Rio-92” na cidade do Rio de Janeiro. A conferência – que reuniu mais de cem chefes de Estado – buscou uma forma de conciliar o desenvolvimento socioeconômico sem comprometer o ambiente terrestre. Em outras palavras, os debates se deram em torno da aplicabilidade do conceito de desenvolvimento sustentável.

Ao final da conferência, foi elaborado e assinado, pelos 179 representantes de Estados presentes, o documento denominado “Agenda 21” (o número refere-se

ao século XXI). Neste, é traçado um plano/base de ação, distribuído em 40 capítulos, que tem por meta promover o desenvolvimento sustentável em escala global. Segundo o sítio do Ministério do Meio Ambiente do Brasil:

A Agenda 21 pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. (MMA, 2013)

A mesma Agenda possui três capítulos (20, 21 e 22) que se referem diretamente ao tema dos resíduos sólidos. Intitulado “*Manejo ecologicamente saudável das substâncias químicas tóxicas, incluída a prevenção do tráfico internacional ilegal dos produtos tóxicos e perigosos*”. O capítulo 20 salienta a importância de um controle efetivo da geração e do gerenciamento de resíduos perigosos, produzidos pelas indústrias e sua correta destinação final. Também, aborda questões referentes à prevenção do tráfico de resíduos perigosos entre nações, citando, para isso, a Convenção de Basileia.

O capítulo 22 apresenta como título “*Manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioativos*”. Como o próprio nome já diz, ele apresenta normas e diretrizes para o gerenciamento de resíduos radioativos, provenientes tanto da geração de energia, como do uso de radionuclídeos nucleares na medicina, pesquisa e indústria.

Deixou-se o capítulo 21, denominado “*Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com esgotos*” por último, por ele ter relação direta com a pesquisa aqui proposta, como mostra nitidamente o seu primeiro parágrafo, no qual se lê:

O presente capítulo foi incorporado à Agenda 21 em cumprimento ao disposto no parágrafo 3 da seção I da resolução 44/228 da Assembleia Geral, no qual a Assembleia afirmou que a Conferência devia elaborar estratégias e medidas para deter e inverter os efeitos da degradação do meio ambiente no contexto da intensificação dos esforços nacionais e internacionais para promover um desenvolvimento sustentável e ambientalmente saudável em todos os países, e no parágrafo 12 g) da seção I da mesma resolução, no qual a Assembleia afirmou que o manejo ambientalmente saudável dos resíduos se encontrava entre as questões mais importantes para a manutenção da qualidade do meio ambiente da Terra e, principalmente, para alcançar um desenvolvimento sustentável e ambientalmente saudável em todos os países. (Agenda 21, Cap. 21, §21.1 – Grifos nossos).

No parágrafo seguinte da Agenda 21 são enumeradas as áreas cujo manejo correto de resíduos sólidos está relacionado. Ao total, são quatro capítulos ou programas atingidos em prol de um ambiente mais saudável para a vida na Terra:

- (a) Proteção da qualidade e da oferta dos recursos de água doce (capítulo 18);
- (b) Promoção do desenvolvimento sustentável dos estabelecimentos humanos (capítulo 7);
- (c) Proteção e promoção da salubridade (capítulo 6);
- (d) Mudança dos padrões de consumo (capítulo 4).

Ao longo do texto, são verificadas diretrizes para reduzir a produção de resíduos, fazer pesquisas para estimar a produção e descobrir novas tecnologias para reciclagem, dentre outras medidas, que visam amenizar os impactos dos resíduos no ambiente.

A importância dada à temática deve-se à gravidade do problema. Os resíduos sólidos, de qualquer natureza, quando dispostos inadequadamente, oferecem riscos ao ambiente natural. Eles contaminam o solo pela ação da lixiviação e percolação do chorume. Também, há a liberação de gases, principalmente o metano, por conta da decomposição da matéria orgânica. Se houver a combustão ao ar livre, poderá haver a liberação de toxinas pela queima de materiais sintéticos, como os plásticos. Quando em contato com a água, pode haver a contaminação dessas mesmas, tanto com matéria orgânica, quanto com outros elementos, como metais pesados, ácidos etc. A mesma água também pode servir como meio de transmissão de doenças para pessoas e animais. A Figura 2 ilustra a situação.

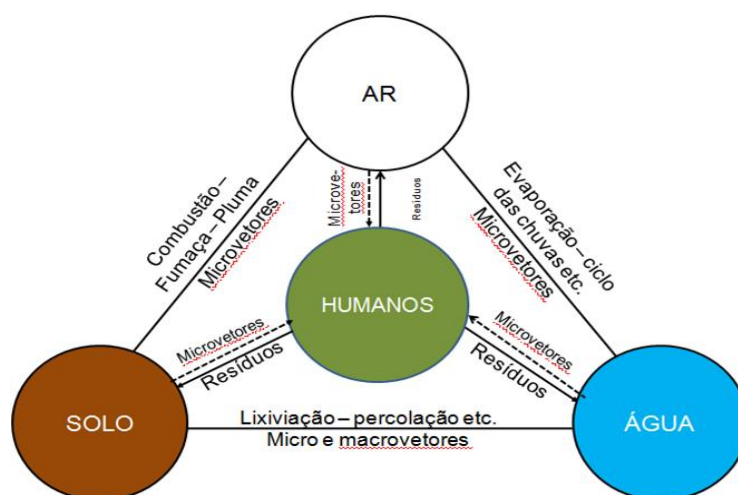


Figura 2 – Fluxos de contaminação e seus respectivos mecanismos naturais

Fonte: Adaptado de LIMA, 1995, p. 10

O manejo e a disposição inadequados, também, podem trazer riscos à população por via direta ou indireta, como mostra a Figura 3. Pela via indireta observa-se, além dos perigos da contaminação de mecanismos naturais, o desenvolvimento de micro-organismos e vetores, como vírus, bactérias, insetos e roedores. Também, podem agir como transmissores de doenças os animais domésticos que entrem em contato com os ambientes contaminados.

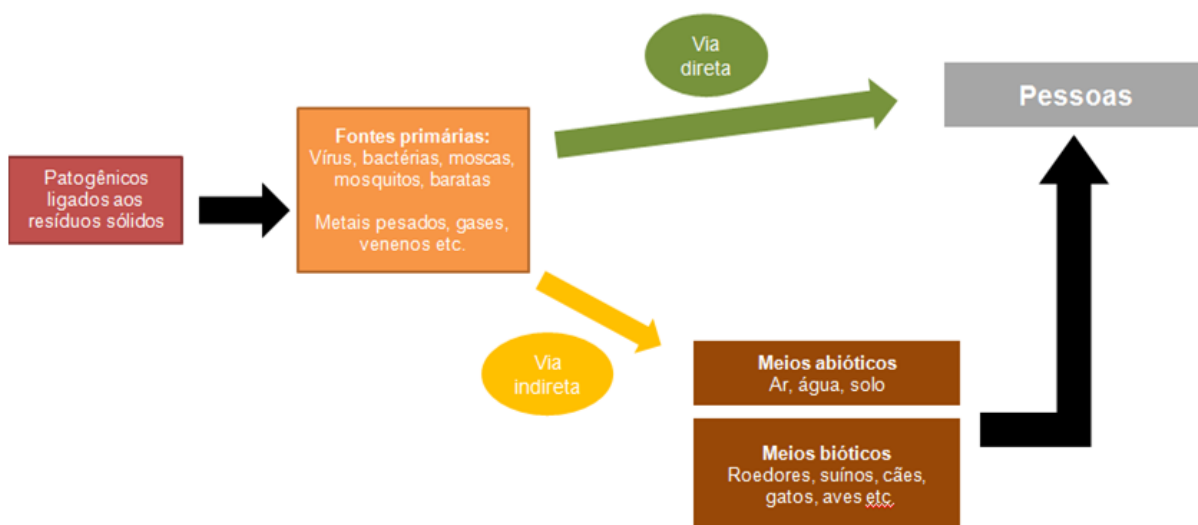


Figura 3 – Diagrama das vias de acesso de agentes patogênicos para o homem, através do lixo disposto inadequadamente.

Fonte: Adaptado de LIMA, 1995, p. 10

Nos países com baixos índices de desenvolvimento humano (IDH), são muitas as cidades que não possuem sistemas de manejo adequado de resíduos, e as consequências são trágicas. Como mostra a Agenda 21:

Aproximadamente 5,2 milhões – incluindo 4 milhões de crianças – morrem por ano de doenças relacionadas com o lixo. Metade da população urbana nos países em desenvolvimento não têm serviços de despejo de lixo sólido. Globalmente, o volume de lixo municipal produzido deve dobrar até o final do século e dobrar novamente antes de 2025. (Agenda 21, 1992, p. 29).

Como abordado, inicialmente, na sociedade capitalista, a reprodução do capital é feita, principalmente, pela busca da aquisição de mercadorias e a exploração da mão de obra pelos preços mais baixos possíveis e sua posterior venda com consideráveis taxas de lucro, cujo "(...) imperativo é mercantilizar todas as experiências em todo lugar, a toda hora e em qualquer idade, diversificar a oferta

adaptando-se às expectativas dos compradores, reduzir o ciclo de vida dos produtos pela rapidez das inovações.” (LIPOVETSKY, 2007, p. 13).

Guiado por esse imperativo, o sistema capitalista, após a década de 1970, imbricou a maior parte do mundo num sistema de compra, venda e descarte de serviços e produtos que levou Lipovetsky (2007) a concluir que somos integrantes, voluntários ou não, de uma nova etapa histórica. Denominada por ele como “*Sociedade do hiperconsumo*”, ela possui como fundamento principal:

(...) vender a maior quantidade de produtos com uma fraca margem de ganho de preferência a uma pequena quantidade com uma margem importante (...) a busca do lucro pelo volume e pela prática dos preços baixos. Pôr os produtos ao alcance das massas: a era moderna do consumo é condutora de um projeto de democratização do acesso aos bens materiais. (LIPOVETSKY, 2007, p. 28).

A busca pela venda de produtos em massa levou as empresas (especialmente as do ramo alimentício) a acondicionarem seus produtos em pequenos recipientes, geralmente com baixos prazos de validade. É dessa forma que as pessoas se veem obrigadas a consumir e adquirir novos produtos, em um curto intervalo de tempo.

As embalagens são feitas com os mais diversos materiais, utilizando-se das mais diversas cores, possuindo diversos tamanhos, pesos e volumes – tudo na busca pela atração dos consumidores em meio às prateleiras dos supermercados. (SILVA, 2000).

Como fruto do consumo e descarte em massa de diversos produtos, há a gênese daquele que se constitui a raiz dos problemas que essa pesquisa propõe investigar.

O problema é ainda maior nos locais onde há grande concentração de pessoas. Os centros urbanos vêm enfrentando sérios problemas quanto à gestão adequada de seus resíduos. Primeiro pelo volume: são dezenas ou centenas de toneladas geradas todos os dias. No Brasil, em 2011 foram produzidas quase 61,9 milhões de toneladas de RSU – 1,8% a mais que no ano anterior. Se dividirmos esse número pela população brasileira, obtemos uma geração *per capita* que ultrapassa 380 kg/hab. É o que mostra a Figura 4, abaixo.

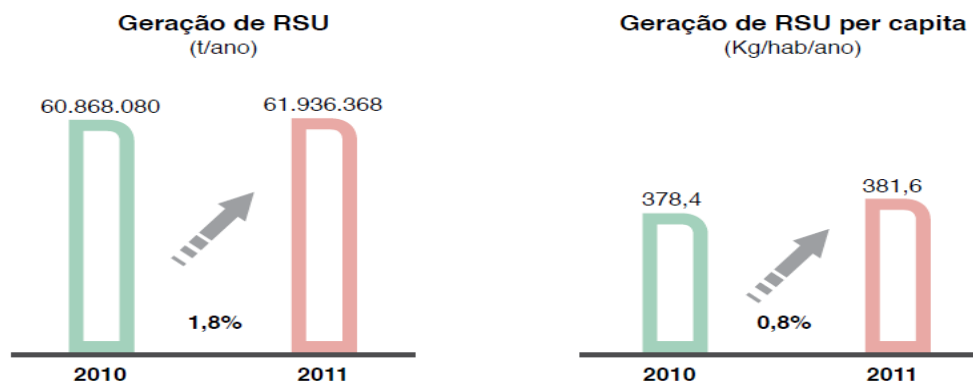


Figura 4 – Geração de Resíduos Sólidos Urbanos

Fonte: ABELPRE, 2012, p. 30.

Em segundo lugar, mas não menos importante, a expansão da malha urbana, em associação com os complexos requisitos para implantação adequada de aterros, vem tornando as áreas adequadas para tais funções cada vez mais raras, caras e distantes das cidades. Como inevitável consequência, “A coleta de lixo – por definição uma grande operação de transporte – tem seu custo, já elevado, significativamente acrescido, à medida que aumentam as distâncias entre os pontos de coleta e os aterros sanitários.” (CALDERONI, 2003, p. 37).

A gravidade da situação é perceptível e a busca por soluções torna-se indispensável. A reciclagem de resíduos sólidos tem ganhado cada vez mais importância, como atividade de combate ao saque indiscriminado dos recursos naturais, no mundo inteiro. Ela promove um grande corte na cadeia produtiva, na medida em que leva à reintrodução de materiais – que antes seriam tratados como lixo – diminuindo, consideravelmente, a necessidade de exploração de mais matéria-prima e aumentando a vida útil dos aterros. A Figura 5, abaixo, esquematiza os dois sistemas.

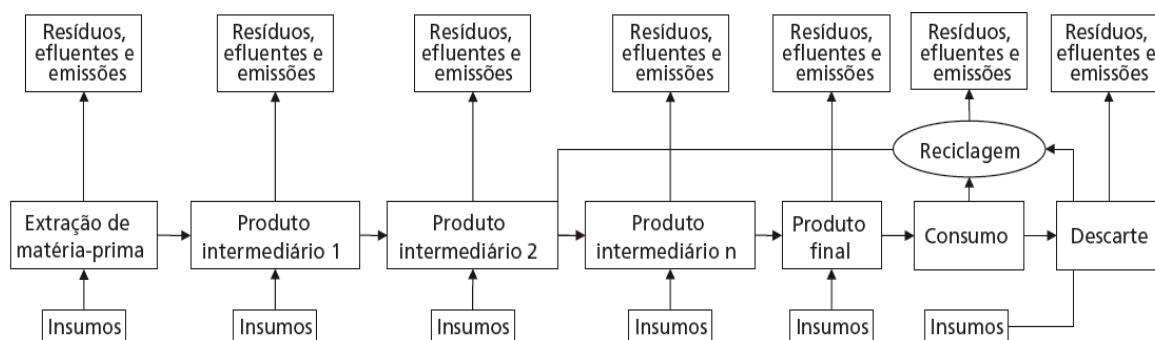


Figura 5 – O sistema de produção tradicional e a reciclagem

Fonte: IPEA, 2010, p. 12

A mesma Figura 5 serviu como guia para os pesquisadores do IPEA, que, ao sintetizarem os resultados do já citado estudo, apontaram que o Brasil possui um mercado potencial de reciclagem de RSU que ultrapassa oito bilhões de reais por ano. IPEA (2010)

Como será mostrado, ao se observar os dados quantificados, percebe-se que não foram considerados apenas os benefícios econômicos concebidos pela utilização de matérias-primas já processadas pela indústria, mas também os benefícios ambientais – medidos pela diminuição das emissões de poluentes e da destruição da biodiversidade.

Foi com base principalmente neste Relatório que aprovaram, em agosto de 2010, a Lei número 12.305, a qual sanciona a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).

4.2 Espaço geográfico: interface entre natureza e sociedade para tratar a questão dos resíduos sólidos

A pesquisa proposta é fundamentada especialmente sobre os conceitos de *espaço geográfico, ambiente urbano, fixos e fluxos, resíduos sólidos, serviços de coleta de RSU, serviço ambiental urbano, territórios-base da indústria da reciclagem, serviços ambientais urbanos, reprocessamento e reciclagem.*

O conceito de espaço geográfico já foi discutido e conceituado por vários autores. Aqui consideraremos duas possibilidades de análise. A primeira diz respeito ao espaço geográfico como o espaço onde se materializam as relações das sociedades com a natureza. Para este, adotar-se-á aquele conceito que abrange a Terra em seu conjunto, pois, em nossa visão, não há dissociação completa entre o meio natural e artificial – tudo está interligado, fazendo parte de um sistema maior. Denominada por Lovelock (1987) como Gaia, a natureza como um todo tem sido definida como:

“(...) uma entidade complexa que abrange a biosfera, a atmosfera, os oceanos e os solos da Terra; na sua totalidade, constituem um sistema cibernético ou de realimentação que procura um meio físico e químico ótimo para a vida neste planeta. A manutenção de condições relativamente constante, por controle ativo, pode ser convenientemente descrita pelo termo “homeostase” (LOVELOCK, 1987, p. 27).

No entanto, em muitos momentos a pesquisa abordará relações e contradições específicas das cidades. Este espaço de materialização das relações sociais será tratado como “ambiente urbano”, que é aquele que compreende:

(...) o conjunto das edificações, com suas características construtivas, sua história e memória, seus espaços segregados, a infraestrutura e os equipamentos de consumo coletivos. (...) Ao mesmo tempo significa imagens, símbolos e representações subjetivas e/ou objetivas. (...) Compreende, também, o conjunto de normas jurídicas, as quais estabelecem os limites administrativos das cidades, as possibilidades de circulação, de propriedade e de uso do espaço - do acesso ao consumo da e na cidade -, que por sua vez envolve um conjunto de atividades públicas e políticas, representadas pelos poderes executivo, legislativo e judiciário. (...) O meio ambiente urbano está necessariamente imbricado com o ideário do desenvolvimento. (RODRIGUES, 1998, p. 89)

Quanto aos resíduos sólidos, de acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 10.004/2004, eles são definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, NBR 10.004/2004).

Recentemente, no Brasil, as abordagens sobre os resíduos sólidos estão se baseando nas normas e diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos. O Artigo 3º, assim os define:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, PNRS, 2010, Art. 3º)

O mesmo artigo ainda faz a classificação dos resíduos quanto à periculosidade em dois grupos:

a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.
(BRASIL, PNRS, 2010, Art. 3º)

A Lei 12.305/2010 considera que os resíduos sólidos também são classificados de acordo com a origem, podendo ser:

- a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

(BRASIL, PNRS, 2010, Art. 3º)

No entanto, para facilitar os serviços de limpeza pública urbana, a Lei considera que os Resíduos Sólidos de estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços, quando não perigosos, em associação com sua natureza, composição e volume, podem ser equiparados aos *resíduos domiciliares* pelos serviços de coleta ligados as prefeituras. (PNRS, 2010, Art. 13).

Em Pelotas-RS, essa premissa já era considerada na Lei Municipal nº 4.354 de 1999, que dispõe sobre o “*Código Municipal de Limpeza Urbana e dá outras providências*”. De acordo com seu Artigo 5º: “*Define-se como lixo domiciliar, para fins de coleta regular, os resíduos sólidos produzidos em imóveis, residenciais ou não, que possam ser acondicionados em saco plástico.*” De acordo com o supracitado, praticamente todos os imóveis poderiam entregar seus resíduos para a coleta regular. Todavia, é o Artigo 17º que irá limitar a quantidade de resíduos

domiciliar a serem entregues para a coleta regular: “*O volume dos sacos plásticos e dos recipientes não deverá ser superior a 100 (cem) litros.*” (Pelotas, CMLU, 1999).

Quanto à coleta regular de resíduos sólidos domiciliares, de acordo com a PNRS, deve haver dois tipos: A *coleta orgânica* e a *coleta seletiva*. A primeira, como seu próprio nome já menciona, deve coletar apenas os resíduos erroneamente denominados orgânicos¹. Já a coleta seletiva é direcionada para coletar os resíduos passivos de reciclagem, segregados na fonte por seus geradores. Porém, não é isso que se vê na prática.

Devido à falta de hábito/desconhecimento/preocupação dos geradores em separar os resíduos, assim como, o baixo efetivo de funcionários para fiscalizar os estabelecimento, ambas as coletas terminam por serem mal efetivadas. Observa-se constantemente a coleta de grandes quantidades de resíduos recicláveis pela coleta orgânica.

Essa última, como apontado anteriormente, coletará todos os resíduos ensacados por dois motivos: primeiro, em virtude da lei, os coletores precisam carregar todos os materiais ensacados; segundo porque a limpeza das ruas, também, é uma questão de saúde pública. Se não houver a coleta, os resíduos orgânicos ensacados entram rapidamente em processo de decomposição. O cheiro exalado, além de desagradável aos transeuntes, pode atrair vetores, como insetos, roedores e outros mamíferos de pequeno porte. Em contato com materiais contaminados, eles podem se tornar agentes transmissores de doenças como febre tifoide, leptospirose, tuberculose, cólera, poliomielite, dengue e outras (REIS & FERREIRA, p. 5, 2008).

Além das enfermidades, há também o aspecto paisagístico. Os sacos de lixo espalhados pelas calçadas e ruas causa transtorno visual aos moradores e transeuntes. Por este motivo, se faz necessária, mesmo que imprópria do ponto de vista da reciclagem, um sistema de coleta que de fato recolha todos os resíduos das ruas. Assim, a coleta de resíduos orgânicos será denominada, neste trabalho, como *Coleta não-seletiva pública*.

Como já supracitado, a PNRS trata como obrigatória, por parte das prefeituras, a implantação de Programas de Coleta Seletiva porta a porta, cujos materiais secos coletados devem ser encaminhados para cooperativas de catadores

¹ O correto seria “compostáveis”

da cidade. No presente, quando nos referirmos a estes programas, os chamaremos de *Coleta Seletiva Pública*.

Ambas as denominações servem para diferenciar aquela, aqui denominada, *Coleta Seletiva Particular*. Nos países em desenvolvimento, devido à falta de empregos, muitas pessoas vivem daquilo que é descartado pelas classes mais abastadas. Os catadores de recicláveis, ao fazerem suas rotas, recolhem os materiais de seu interesse, antes das coletas executadas pelas prefeituras – esse serviço também poderá ser tratado, dependendo do contexto, como *Garimpagem Urbana*. (AMARO & VERDUM, 2013).

Na segunda parte do relatório “*Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos*” (IPEA, 2010), os autores avaliam a possibilidade de implantação de uma política de compensação por serviços ambientais promovidos em ambientes urbanos, estando a reciclagem de resíduos sólidos incluída. Como propostas, o estudo enumera que a elaboração e pagamento de um Plano de Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos (PSAU) deve ter dois objetivos:

Por um lado, suprir deficiências de renda dos catadores de material reciclável, grupo que se encontra em situação de risco social, físico e econômico. Por outro lado, fomentar a reutilização dos materiais que foram extraídos de ambientes naturais e transformados em bens de consumo, de forma a garantir a manutenção da integridade de serviços ecossistêmicos, como a regulação do clima, a formação de solo e o fornecimento de água potável, entre outros. Também faz parte desse objetivo central a consequente redução de material descartado no ambiente. (IPEA, 2010, p. 32).

Mas como traduzir os serviços ambientais exercidos pelos catadores de recicláveis (avulsos ou cooperados), em Pelotas-RS, em valores monetários? No próprio relatório se admite que:

(...) a valoração do serviço ambiental que se deve garantir apresenta uma série de desafios metodológicos, podendo ser feita de diferentes formas. Embora tal cálculo seja desejável para que se verifique o grau de necessidade de tal pagamento, ele não é imprescindível para a criação de um sistema de PSA. Em muitos casos implementados, os valores calculados serviam como base para o início do debate, mas os valores de pagamento foram decididos por meio de negociação direta entre fornecedores e compradores dos serviços ambientais. (IPEA, 2010, p. 31)

Quanto aos materiais coletados pelos Programas de Coleta Seletiva Pública, mas não aproveitados, serão tratados de acordo com a PNRS, que classifica os rejeitos como:

(...) resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. (PNRS, 2010, Art. 3º).

Quanto à disposição final ambientalmente adequada, a PNRS entende que ela deve obedecer “*normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;*” (PNRS, 2010, Art. 3º).

Para finalizar, utilizar-se-á o conceito de reciclagem dado pela PNRS. De acordo com ela, define-se reciclagem como:

O processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa; (PNRS, 2010, Art. 3º).

No entanto, é preciso deixar transparecer que nem todos os materiais são passivos de reciclagem, por exemplo, os resíduos perigosos. Além disso, em função das limitações técnicas e temporais da pesquisa, nem todas as classes de resíduos foram considerados.

5. METODOLOGIA

Para a elaboração de um panorama geral sobre a produção de Resíduos Sólidos Domésticos em Pelotas-RS, o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) concedeu acesso às tabelas com os históricos de pesagem dos caminhões da coleta domiciliar orgânica manual e mecanizada. Estas tabelas forneceram dados precisos sobre o quê e quanto está sendo produzido e, a partir da comparação com os anos anteriores, a identificação das variações que dizem respeito às mudanças sazonais do consumo e descarte ao longo do ano. Muitas informações específicas (como transações econômicas e valores de contratos, frota de veículos etc.) foram obtidas através de entrevistas com o Eng.º Msc. Édson Plá Monterosso, chefe do departamento de resíduos sólidos do SANEP. Foi por intermédio dele que se conseguiu autorização para visitas técnicas à Estação de Transbordo e ao Aterro Sanitário de Candiota-RS.

Com base em informações disponíveis no sitio eletrônico do SANEP, foi possível a análise da forma como foi programada a logística das coletas “orgânicas”, “containerizada” e “seletiva” dos resíduos sólidos da cidade. Reportagens de jornais locais permitiram complementar e atualizar informações. Foi através do sitio eletrônico da FEPAM que se obteve informações complementares sobre o Aterro Sanitário Metadesul.

Quanto à coleta seletiva, os métodos para levantamento de dados foi muito semelhante aos da coleta não-seletiva. Para a descrição de seu funcionamento utilizou-se, além dos dados dispostos em sítios eletrônicos ligados à Prefeitura de Pelotas e ao SANEP, entrevistas com técnico-administrativos desses dois órgãos – em especial com os membros do Núcleo de Educação Ambiental do SANEP (NEAS), que responde diretamente pelos contratos e encargos administrativos ligados à Coleta Seletiva Pública da cidade.

Ainda sobre a coleta seletiva pública, foram realizadas entrevistas com os presidentes e/ou tesoureiros de todas elas. O objetivo era obter informações sobre valores movimentados e destinos dados às mercadorias por elas produzidas. As visitas também permitiram a observação *in loco* dos problemas estruturais e administrativos que precisam enfrentar.

A segunda parte da pesquisa diz respeito à Coleta Seletiva Particular. Para se estimar as quantidades de materiais desviados dos serviços de limpeza pública

pelo mercado da reciclagem de Pelotas-RS, foram realizadas mais de 30 entrevistas com aparistas, sucateiros e industriais que atuam no ramo da reciclagem no município. As entrevistas foram semiestruturadas e tinham como principal objetivo a computação de dados sobre as quantidades recicladas e os destinos dados para elas. As perguntas utilizadas podem ser consultadas no Apêndice 1.

Algo que auxiliou muito para a captação dos dados, especialmente informações sobre a localização dos compradores de recicláveis (fixos e fluxos), foram as experiências proporcionadas pelas visitas técnicas ao Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre. (DMLU). Elas foram a porta de entrada rumo às entrevistas com quase todas as cooperativas da capital gaúcha, assim como compradores regionais locais. Ao longo de três meses captou-se informações precisas sobre o mercado da reciclagem de resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul.

Para a mensuração dos benefícios proporcionados pela reciclagem de cada um dos materiais aqui considerados, foram elaboradas breves descrições sobre os impactos gerados pela produção desses materiais a partir de matérias-primas virgens. Para isso, buscou-se bibliografias específicas, como relatórios de diversos órgãos do governo, livros, artigos e que pudessem fornecer informações seguras sobre as cadeias produtivas do aço, do alumínio, da celulose, do plástico e do vidro.

A partir dessas abordagens foi possível a mensuração dos benefícios proporcionados pela reciclagem, na medida em que permitiram a visualização e computação do corte na cadeia produtiva que ela proporciona. Com o auxílio de dados da “*Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos*” do IPEA (2010), Tabela 1, foi possível cálculo dos benefícios ambientais da reciclagem na cidade de Pelotas-RS.

Tabela 1 – Estimativa dos potenciais benefícios econômicos e ambientais gerados pela reciclagem

	Benefícios relacionados ao processo produtivo (R\$/t)		Benefícios (custos) associados à gestão de resíduos sólidos (R\$/t)		Benefício por tonelada (R\$/t)	Quantidade disponível nos resíduos coletados (t/ano)	Benefício potencial total (R\$ mil/ano)
	Benefícios econômicos	Benefícios ambientais	Coleta	Disposição Final			
Aço	127	74			88	1.014	89.232
Alumínio	2.715	339			2.941	166	488.206
Celulose	330	24			241	6.934	1.671.094
Plástico	1.164	56	(136)	23	1.107	5.263	5.826.141
Vidro	120	11			18	1.110	19.980
Total							8.094.643

Fonte: IPEA, 2010, p. 8.

Apesar de abrangentes, os autores da “*Pesquisa sobre pagamentos ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos*” alertam que:

Estes valores, porém, devem ser entendidos como valor mínimo, já que foram adotadas perspectivas conservadoras em seus cálculos. Ao mesmo tempo, a falta de dados consistentes que pudessem ser aplicados a todos os materiais impediu a valoração de muitos aspectos ambientais, tais como poluição atmosférica local, poluição hídrica ou geração de resíduos sólidos industriais. Ou seja, a análise foi limitada pela disponibilidade de dados específicos para cada tipo de material. Dessa forma, mais ainda do que no caso dos custos econômicos, as comparações entre materiais devem ser evitadas. (IPEA, 2010, p. 14).

Por efeito dominó, os dados computados nessa pesquisa não devem ser tomados como verdades absolutas, mas apenas como uma vaga tentativa de mensuração e demonstração da importância social e ambiental de uma atividade que, em muitas situações, é tratada com descaso pelas autoridades.

Em relação ao mapeamento dos fixos e fluxos da reciclagem dos resíduos secos, ela se baseou nas premissas elaboradas por SANTOS (2006). Segundo suas definições, os fixos são elementos “*fixados em cada lugar*” ao passo que “*Os fluxos são um resultado direto ou indireto das ações e atravessam ou se instalam nos fixos*” (SANTOS, 2006, p. 38).

Adaptando essas premissas aos objetivos aqui propostos, os fixos foram considerados os compradores regionais e/ou as indústrias

beneficiadoras/recicladoras. Os *caminhos percorridos* pelos veículos que fazem o transporte dos recicláveis para esses pontos são os fluxos. Dessa forma, tentou-se avaliar a “Geografia das Redes” da/na Reciclagem de Resíduos Sólidos Secos.

Somente após a aquisição dos dados acima mencionados é que foi possível o estabelecimento, dentro da cadeia produtiva da reciclagem de Pelotas, dos limites entre os circuitos inferior e superior com base em SANTOS (2004). Aproveitou-se este tópico para fazer análises sobre questões de monopólio/oligopólio que algumas empresas beneficiadoras e indústrias se encontram.

No que diz respeito à identificação dos agentes privados e públicos beneficiados pela reciclagem de RSDS de Pelotas, foi feita a aplicação dos pressupostos explicitados e defendidos no artigo “Análise dos \$Serviço\$ Ambientais\$ dos catadores de materiais recicláveis”, de autoria de AMARO & VERDUM (2013).

Quanto ao último objetivo especificado, a análise das planilhas, em associação com a caracterização dos resíduos enterrados, permitiram a mensuração dos potenciais benefícios ambientais que a cidade dispõem – mas que não aproveita.

5.1 Exclusões

No presente estudo não serão considerados os resíduos classificados como perigosos, ou seja:

(...) aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica; (PNRS, 2010, art. 13º)

A mesma exclusão vigorará para os resíduos da construção civil, que, por definição, são resíduos “(...) gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis”. (PNRS, 2010, art. 13º).

Não farão parte da pesquisa os materiais gerados por estabelecimentos que estão sujeitos à elaboração de *Planos de Gerenciamento de Resíduos* – ou seja, que precisem entregar seus resíduos para um sistema de coleta especial. Esses estabelecimentos são aqueles que:

Gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não-perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal; (PNRS, 2010, Art. 20º).

Igualmente, não será considerado qualquer tipo de beneficiamento/reciclagem dos resíduos úmidos, como compostagem/vermicompostagem ou produção de biogás.

5.2 Agentes envolvidos

- a) Geradores
- b) Catadores individuais
- c) Catadores cooperados
- d) Prefeitura de Pelotas
- e) Empresa Revita – Coleta Domiciliar
- f) Empresa Meioeste – Destinação Aterro Sanitário
- g) Compradores de recicláveis locais
- h) Compradores de recicláveis regionais
- i) Governo do Estado do Rio Grande do Sul
- j) Indústrias Recicladoras
- k) Governo Federal

6. A COLETA DOMICILIAR NÃO-SELETIVA PÚBLICA

Como foi argumentado no primeiro capítulo, será considerada como coleta não-seletiva pública aquela que, quando realizada, recolhe todos os resíduos ensacados e dispostos nas calçadas e lixeiras. Por se tratar de um serviço de limpeza pública cujo objetivo é a manutenção do bom estado de conservação e higiene das ruas, esse serviço não faz distinção sobre a natureza dos resíduos a serem coletados – se recicláveis ou não.

6.1 A coleta

Em Pelotas, assim como em todo Brasil, a responsabilidade pela coleta de resíduos domiciliares é da Prefeitura. Esta, repassa o compromisso para o Serviço Autônomo de Saneamento, que, por sua vez terceiriza a sua realização para uma empresa privada por meio de processo de licitação. O último processo realizado foi em 2011, quando a empresa Revita Engenharia Ambiental S/A saiu vencedora. O contrato, que tem validade de cinco anos, foi assinado em estande do SANEP, durante a 19ª edição da maior feira de exposições e negócios de Pelotas: a Fenadoce.

A empresa Revita Engenharia Ambiental é uma sociedade anônima que pertence ao Grupo Solví. Tal grupo possui negócios no Brasil e no vizinho Peru. Aqui, ele atua nos estados de AC, AM, PA, CE, PE, BA, GO, MG, ES, RJ, SP, MS, PR, SC e RS. Das trinta empresas que o compõem, dezenove atuam na área de coleta e tratamento de resíduos, sendo quatorze delas com resíduos públicos e as cinco restantes com resíduos industriais. (Figura 6)

Em relação especificamente ao Rio Grande do Sul, o grupo – através das empresas, Farroupilha Ambiental, SL Ambiental, Rio Grande Ambiental, Vega Engenharia Ambiental e a Revita Engenharia Ambiental – atua nas cidades de Canoas, Capela de Santana, Carazinho, Farroupilha, Giruá, Gravataí, Igrejinha, Minas do Leão, Montenegro, Novo Hamburgo, Pelotas, Porto Alegre, Rio Grande, Santa Maria e Triunfo.



Figura 6 – As empresas e atuações do Grupo Solvi

Fonte: Web site Grupo Solvi

As empresas que realizam as coletas de resíduos em Pelotas-RS, obedecem aos conformes do SANEP. Na cidade foi estabelecido um sistema de divisão das zonas urbanas em setores.

Para esta estruturação deve ser utilizada como base a divisão em setores censitários do IBGE (...). Com isto é possível estimar o número de residentes

e domicílios no setor, o total de resíduos gerados e os resíduos secos recuperáveis. (AMBIENTEBRASIL, 2013).

A divisão em setores deve obedecer princípios de logística básicos. Eles devem utilizar ao máximo a capacidade de carga dos caminhões coletores, evitando viagens com carga incompleta ou trajetos onde não haja produção/coleta (atravessar vazios urbanos, por exemplo). Os primeiros itinerários devem começar o mais próximo possível da garagem e os seguintes, contíguos aos pontos de descarga (aterro/transbordo). Os caminhões vazios também devem ser encaminhados para zonas com alto grau de declividade, pois economizam combustível e diminuem os gastos com a manutenção. A divisão também deve servir para aproveitar ao máximo as jornadas de trabalho e o desempenho físico (incluindo distribuição justa dos caminhos a serem percorridos) dos coletores². (IBAM, 2001).

Como foi mostrado anteriormente, Pelotas tem sua economia urbana majoritariamente baseada no setor terciário (comércio e serviços), sendo o centro-sul da cidade o local de maior concentração dos estabelecimentos ligados ao setor. Além disso, a área possui uma das maiores densidades populacionais da cidade, cuja população é constituída, predominantemente, das classes B e A. Por conta disso, a coleta não-seletiva pública neste setor é realizada de domingo a domingo, durante a madrugada.

Outros locais que chamam a atenção são os bairros Guabiroba e as Cohabs, Lindóia e Pestano, pois possuem uma densidade populacional muito elevada. Mesmo a renda predominante sendo de classes mais baixas, a produção de rejeitos demanda a coleta diária – nas mesmas viagens, os caminhões passam pela rodoviária, cujo movimento de passageiros é intenso.

Os setores, as ruas/bairros/áreas correspondentes e horários de coleta estão indicados na Tabela 2, abaixo, e os mapas correspondentes fazem parte do Anexo 2.

²Denominados erroneamente de “lixeiros”, quando na verdade os verdadeiros lixeiros são todos aqueles que produzem “lixo”.

Tabela 2 – A coleta domiciliar não-seletiva em Pelotas-RS

Setor	Ruas	Horário	Dias
Setor 1 (Centro Norte)	Marcílio Dias Bento Gonçalves Juscelino Kubitschek de Oliveira Dom Joaquim.	19h as 3h	Segunda a sábado
Setor 2 (Centro)	Marcílio Dias Avenida Bento Gonçalves Marechal Floriano Peixoto João Pessoa	19h as 3:30h	Segunda a sábado
Setor 3 (Centro Sul)	Marechal Floriano Peixoto Uruguai João Pessoa Saldanha Marinho.	19h às 2:30h	Segunda a sábado
Setor 4 (Porto)	Uruguai Santos Dumont Barão de Mauá João Pessoa Tiradentes Juscelino Kubitschek	19h as 3h	Segunda, quarta e sexta
Setor 5 Bairros	Vila Nova Castilhos Vila Carúcio Vila Ari Xavier	19h as 3h	Terça, quinta e sábado
Setor 6 Ruas	Avenida Domingos de Almeida Ferreira Viana Corredor das Tropas Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira e outra parte separada entre Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira Rafael Pinto Bandeira Avenida São Francisco de Paula Anchieta	19h às 2:30 h	Segunda, quarta e sexta
Setor 7	Avenida Brasil Duque de Caxias Carlos de Carvalho Visconde da Graça	19h as 3:30h	Terça, quinta e sexta
Setor 8	Cohab Fragata Sals	7h às 15h	Terça, quinta e sábado
Setor 9	Fragata Norte	7h às 14:30h	Terça, quinta e sábado
Setor 10	Vila Pestano Sítio Floresta Sanga Funda Vila Princesa Jardim de Alá Getúlio Vargas	7h às 15:30 h	Terça, quinta e sábado
Setor 11	Santa Terezinha: Vila Silveira Avenida 25 de Julho Avenida Fernando Osório até o Bairro da Cohab Lindóia	7h às 15:30 h	Terça, quinta e sábado
Setor 12	Fragata Sul e Gotuzzo Ruas Avenida Duque de Caxias José Vieira Pimenta Avenida Imperador Dom Pedro I Cipriano Mascarenhas.	1 h às 14:30h	Terça, quinta, sábado

Setor 13	Navegantes Fátima Perret Balsa	14h 1:50h	Segunda, quarta e sexta
Setor 14	Bom Jesus Dunas Jardim Europa parte do Areal	7 h - 12h: Dunas em direção a Bom Jesus, Jardim Europa 13 h - 15h: Avenida São Francisco de Paula em sentido bairro centro e termina na J. K. Oliveira	Segunda, quarta e sexta
Setor 15	Arco-íris Obelisco Fundos do Areal	7h às 15:30h	Segunda, quarta e sexta
Setor 16	Balneário dos Prazeres Colônia Z3 Centro Portugues H	7:30 h às 15 h	Segunda, quarta e sexta
Setor 17	Balneários Santo Antônio Valverde	7h às 15h	Segunda, quarta e sexta
Setor A	Rodoviária	7h às 7:15h	Domingo a domingo
Setor B	Guabiroba	7:30h às 9:30h	Domingo a domingo
Setor C	Cohab Lindóia	9:40h às 11h	Domingo a domingo
Setor D	Cohab Pestano	11 h às 12 h	Domingo a Domingo

Fonte: SANEP, 2013.

Para a realização da coleta não-seletiva (que é denominada Coleta Domiciliar Orgânica), a prefeitura de Pelotas decidiu por duas formas de coleta: a *convencional* (manual) e a *Coleta Containerizada Absoluta*. A *coleta manual* é feita por uma equipe composta pelo motorista do caminhão compactador e três coletores, que percorrem as ruas da cidade recolhendo, de porta em porta, os resíduos ensacados deixados nas calçadas, dentro das lixeiras, pendurados nos postes ou nas grades das residências. Já a segunda é realizada por caminhão equipado com braço mecânico que descarrega o conteúdo de contêineres em seu interior.

Quanto às quantidades, a coleta convencional ainda é realizada na maior parte da cidade. Em 2010, ela coletou quase 56,8 mil toneladas, no ano seguinte foram mais de 59,3 mil toneladas de resíduos. Esse índice só diminuiu em 2012, em

decorrência da consolidação e implantação das coletas seletiva³ e containerizada. A Tabela 3 e a Figura 7, abaixo, ilustram as situações descritas.

Tabela 3 – Coleta não-seletiva convencional - evolução triênio 2010 – 2012

Mês	2010	2011	2012
	Quantidade (kg)		
Janeiro	4.859.260	5.134.760	5.543.110
Fevereiro	4.563.550	4.550.960	4.661.180
Março	4.903.650	4.991.020	4.621.620
Abril	4.436.690	4.770.570	4.244.530
Mai	4.611.800	4.858.960	4.615.930
Junho	4.625.540	4.749.480	4.297.320
Julho	4.707.620	4.718.850	4.474.750
Agosto	4.632.070	5.150.040	4.716.080
Setembro	4.715.330	4.737.500	4.350.550
Outubro	4.715.330	4.926.940	4.785.050
Novembro	4.734.810	5.011.820	4.521.420
Dezembro	5.291.190	5.739.745	5.082.032
Total	56.796.840	59.340.645	55.913.572

Fonte: SANEP, 2013.

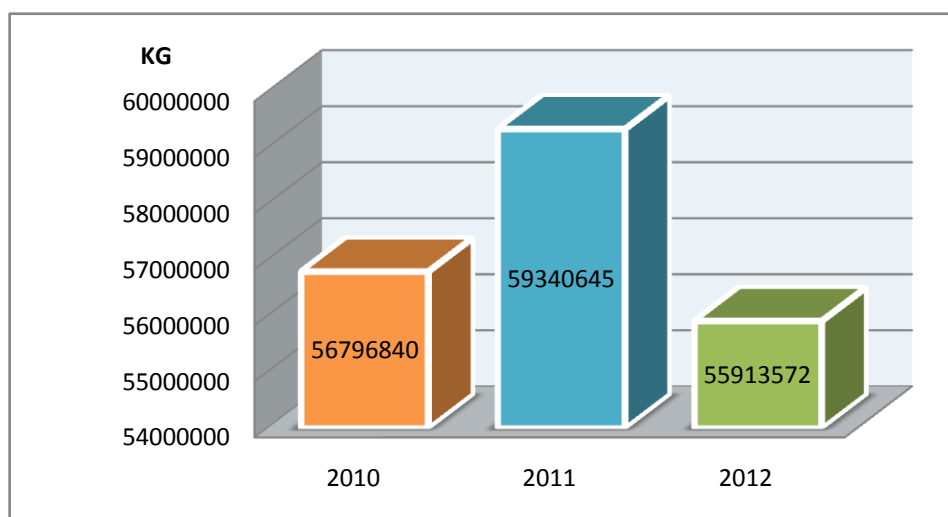


Figura 7 – Balanço trienal coleta não-seletiva convencional (2010 - 2012)

Fonte: SANEP, 2013.

³Tema do próximo capítulo

Em relação à *coleta containerizada absoluta*, trata-se de tecnologia italiana, e possui algumas vantagens operacionais frente à coleta manual, como mostra reportagem publicada no sitio eletrônico da Prefeitura de Pelotas:

Os novos receptáculos de resíduos são metálicos, possuem tampas basculantes com sistema automatizado de abertura e fechamento, por meio de um pedal, evitando o contato das mãos dos usuários e dos trabalhadores, fator que torna a utilização da tecnologia mais segura e higiênica. Cada unidade tem capacidade para recolher de 2.000 a 3.500 litros. (PELOTAS, 18/10/2011).

Segundo a mesma reportagem, Pelotas ganhou destaque nacional em 2010 após ter implantado esse sistema, pois na época ela foi a segunda cidade a adotá-lo. Nesta primeira etapa foram implantados 400 recipientes em três setores/bairros da cidade: Cohab Guabiroba, Cohab Lindóia e Pestano. (PELOTAS, 18/10/2011).

O sistema apresenta algumas vantagens operacionais. Os resíduos – ensacados ou avulsos – não ficam espalhados pela rua, e podem ser depositados a qualquer hora do dia ou da noite com poucos riscos de emissão dos odores desagradáveis oriundos da putrefação dos materiais orgânicos e a ação de animais que rasgam os sacos atrás de alimentos. Isso tudo, além da melhora no aspecto higiênico das ruas, também traz economia de combustível, pois diminui a incidência de paradas e arranques dos caminhões coletores.

Além disso, os caminhões que fazem a coleta necessitam apenas de um motorista e, em algumas ocasiões, um gari auxiliar para coletar eventuais resíduos que caem dos contêineres muito cheios. Os caminhões que fazem a coleta são maiores, até 15 toneladas, segundo o manual – mas, de acordo com técnicos do SANEP a carga média é de 11 toneladas. Eles movimentam-se na velocidade que lhes for permitida. Ao fim de tudo, a coleta passa a ser mais econômica, pois, além de mais eficiente na questão da captação de resíduos/unidade de tempo, diminui a necessidade de funcionários para a empresa.

Durante o último trimestre de 2011, houve um acréscimo de quase 80% no número de contêineres. Na ocasião foram implantados 315 recipientes nos setores Centro e Centro-Sul. Atualmente existem 715 contêineres nas ruas e outros 35 na reserva.

A implantação do sistema no centro da cidade fez com que houvesse um grande acréscimo na quantidade coletada. A Tabela 4 mostra a evolução da quantidade de resíduos coletados pelo sistema durante os anos de 2011 e 2012.

Comparando-os, podemos observar que no primeiro ano foram recolhidas mais de 8,3 mil toneladas de resíduos, ao passo que em 2012 esse número aumentou para quase 16 mil toneladas, um aumento de quase 91%.

Tabela 4 – Coleta de RSD Containerizada: Biênio 2011-2012

Mês	2011	2012	Diferença
	Quantidade (kg)		
Janeiro	699.900	766.490	10%
Fevereiro	618.000	1.045.090	69%
Março	648.730	1.502.000	132%
Abril	724.500	1.320.000	82%
Mai	691.200	1.440.000	108%
Junho	655.000	999.000	53%
Julho	642.330	1.418.000	121%
Agosto	760.580	1.471.000	93%
Setembro	662.330	1.392.000	110%
Outubro	731.700	1.547.000	111%
Novembro	762.000	1.441.000	89%
Dezembro	761.730	1.617.400	112%
Total	8.358.000	15.958.980	91%

Fonte: SANEP – Departamento de Resíduos Sólidos, setembro de 2013.

A Figura 8 trata de um gráfico que objetiva facilitar a visualização dos resultados totais supracitados.

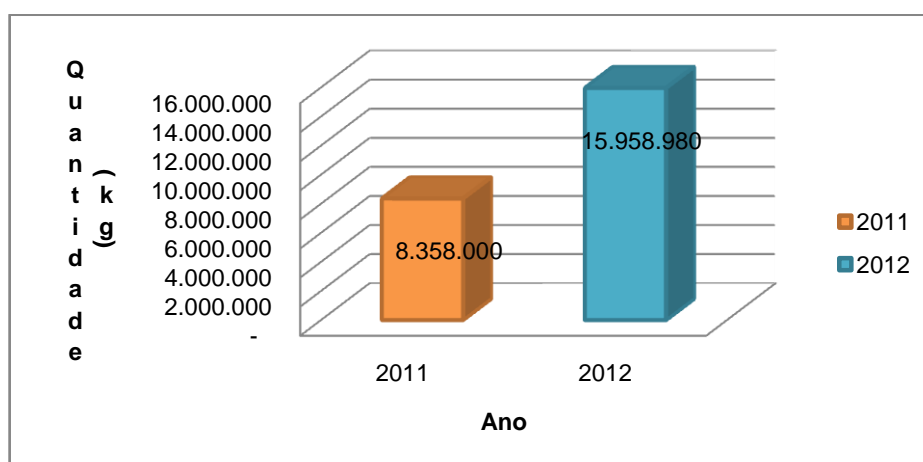


Figura 8 – Coleta Containerizada de RSD: Biênio 2011 – 2012

SANEP – Departamento de Resíduos Sólidos, setembro de 2013.

Ao longo dos anos, é possível observar as variações mensais/sazonais na quantidade que é coletada. Os meses que a produção é mais baixa costumam ser os de inverno, junho e julho, ao passo que os meses com maior produção são dezembro e janeiro cujos motivos estão ligados ao término do ano letivo (descarte de materiais), aumento das temperaturas (aumento do consumo de líquidos), pagamento do 13º salário, festas de final de ano e férias coletivas (aumento do consumo ligado ao ócio). A Tabela 5 demonstra, através da soma das coletas (convencional + containerizada), as variações mensais no biênio 2011 – 2012.

Tabela 5 – Total coletado pela coleta não-seletiva pública no biênio 2011 - 2012

Mês	2011	2012	Variação (%)
Janeiro	5.834.660	5.901.250	1,1
Fevereiro	5.168.960	5.596.050	8,2
Março	5.639.750	6.493.020	15,1
Abril	5.495.070	6.090.570	10,8
Mai	5.550.160	6.298.960	13,5
Junho	5.404.480	5.748.480	6,3
Julho	5.361.180	6.136.850	14,4
Agosto	5.910.620	6.621.040	12
Setembro	5.399.830	6.129.500	13,5
Outubro	5.658.640	6.473.940	14,4
Novembro	5.773.820	6.452.820	11,7
Dezembro	6.501.475	7.357.145	13,1
Total	67.698.645	75.299.625	11,2

Fonte: SANEP, 2013

Nos anos de 2010, 2011 e 2012 foram coletadas respectivamente 56.796.840kg, 67.698.645kg (aumento de 19,2%) e 71.842.552kg (aumento de 6,1%). O aumento anual médio foi de 12,65% ao ano. A média diária de resíduos coletados de forma não-seletiva, em 2010, foi de 155.608t (não havia coleta seletiva); em 2011, esse índice subiu para 185.476t e 196.911t em 2012. A Figura 9 demonstra esta evolução. É importante salientar que a zona rural de Pelotas é atendida somente pela coleta convencional não-seletiva.

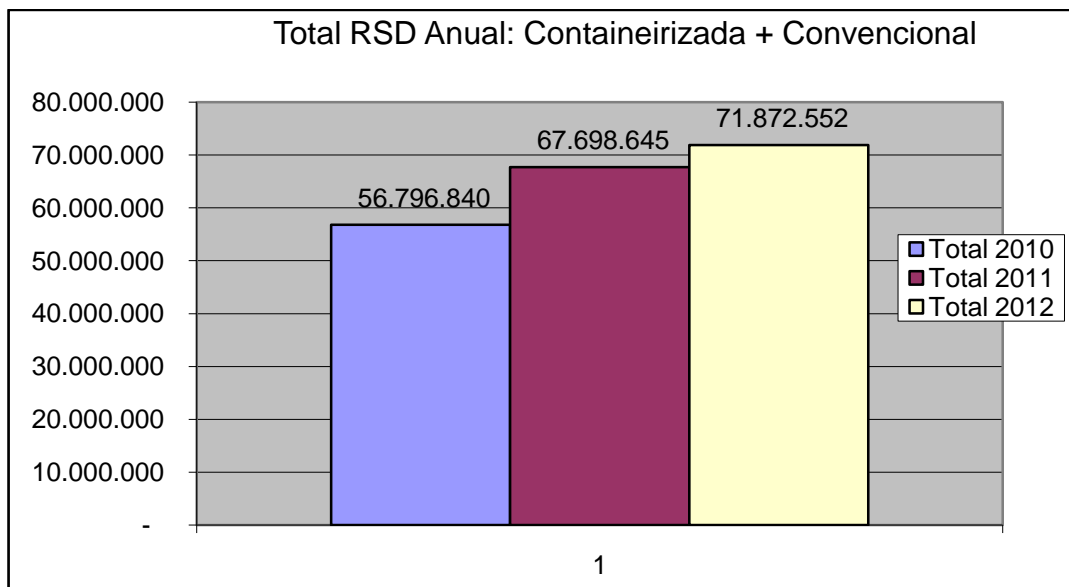


Figura 9 – Quantidade coletada triênio 2010-2012

Fonte: SANEP – Departamento de Resíduos Sólidos

Em relação à composição dos resíduos domiciliares coletados, de acordo com o SANEP, ela é constituída da maneira como mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Composição física média do resíduo domiciliar de Pelotas-RS

Componentes	Percentual em peso
Celulose	19,50
Plásticos	3,90
Metal ferroso	2,10
Metal não ferroso	1,40
Vidro	3,18
Fração úmida	52,00
Outros	17,92
Total	100

Fonte: SANEP, 2013.

Após o término dos setores de coleta, os caminhões são direcionados para a estação de transbordo de resíduos sólidos da cidade, onde inicia uma nova etapa de trabalhos e, inevitavelmente, mais um custo aos cofres públicos.

6.2 A estação de transbordo

Por mais de 30 anos, os resíduos sólidos da coleta domiciliar de Pelotas foram encaminhados para o Aterro Controlado da cidade. O local, administrado pela própria Prefeitura, situava-se dentro da área urbana de Pelotas, como mostra a Figura 10, abaixo.

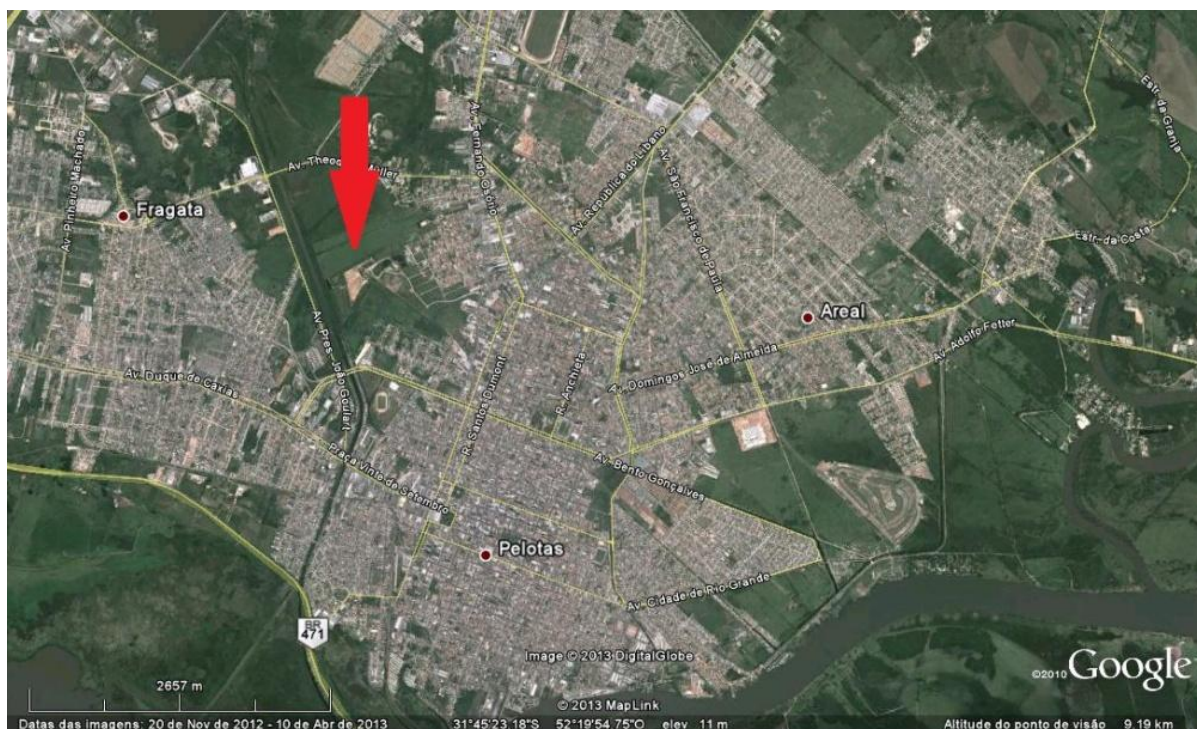


Figura 10 – Situação geográfica do antigo Aterro Controlado de Pelotas-RS

Fonte: Adaptado de Google Earth

Encontrando-se ao fundo do loteamento “Colina do Sol” e às margens do canal do Santa Bárbara, o local era de total importância para a gestão dos resíduos sólidos da cidade na medida em que os gastos com transporte eram baixos. A Figura 11 mostra o aterro com mais detalhes.



Figura 11 – Antigo Aterro Controlado de Pelotas-RS: Detalhe
Fonte: Google Earth

O início dos problemas, quanto ao esgotamento da capacidade do Aterro, veio à público no final do ano de 2003. Na época, os serviços de limpeza urbana destinavam, diariamente, ao local uma média de 160 toneladas de resíduos sólidos.

Não tendo novos espaços de destinação definidos, a Prefeitura comprou terreno de dois hectares localizados ao lado do Aterro.

A nova área adquirida pertencia a uma empresa que possuía dívidas tributárias com o Município. Na negociação fechada com os proprietários, o terreno foi incorporado ao aterro sanitário em troca da quitação de R\$ 74.158,00 de dívida - valor estipulado pela Comissão de Avaliação de Bens e Imóveis. (DIÁRIO POPULAR, 18/02/2007).

De acordo ainda com a mesma reportagem, a nova área já possuía licença da FEPAM, e ela permitiria o aterramento de resíduos por mais três anos, segundo o então Diretor Presidente do SANEP, Ubiratan Anselmo.

A partir de então, técnicos do SANEP apresentaram várias áreas para implantação de novo aterro sanitário, mas todas foram negadas. De acordo com a reportagem do Jornal Correio do Povo, citando Monterosso:

(...) a prefeitura procurou várias áreas para a criação de um novo aterro, mas foi muito difícil encontrar na zona urbana. Ao Sul de Pelotas, fica o Canal São Gonçalo, a Leste, a Lagoa dos Patos, a Oeste, Capão do Leão, e ao Norte, as bacias do Sinott e Santa Bárbara. Não estão descartados consórcios com outros municípios. (CORREIO DO POVO, 2012).

No dia 14 de junho de 2012, técnicos da FEPAM estiveram no aterro de Pelotas e lacraram o local sob alegação de seu esgotamento. No dia seguinte, por meio da Procuradoria Geral do Município, a Prefeitura de Pelotas conseguiu uma liminar que permitiu o uso do aterro por mais dez dias. A Procuradoria alegou que precisava do prazo para a conclusão das obras da Estação de Transbordo do município.

Quando do ato de lacramento, já havia sido decidido que os resíduos sólidos de Pelotas seriam enviados para o Aterro Sanitário de Candiota e as obras da estação de transbordo já estavam em fase de conclusão. O processo de licitação já se encontrava aberto para decidir qual(is) empresa(s) faria(m) a administração do local e a destinação final dos resíduos sólidos da cidade. Dúvidas sobre a capacidade técnica de arcar com todos os termos do contrato fizeram com que a Meio-Oeste Ambiental, por meio de liminar, ganhasse a licitação de transporte dos resíduos por dois anos.

Anteriormente ao processo, a Prefeitura de Pelotas chegou a estudar a possibilidade de geração de energia elétrica através da incineração de resíduos sólidos da cidade. A ideia seria a implantação de uma usina em Pelotas (devido ao maior volume diário de RSU produzidos) com a participação de municípios da região. (Pelotas, 3/05/2012). No entanto, devido a impopularidade do empreendimento, assim como aos altos índices de umidade dos resíduos, o projeto sequer apurou estudos mais detalhados sobre sua viabilidade econômica do estabelecimento.

No dia 25 de junho a estação de transbordo foi inaugurada numa cerimônia, contando com a presença do, então, prefeito de Pelotas, Adolfo Antonio Fetter, secretários municipais e funcionários do quadro administrativo do SANEP.

A partir daí, todos os caminhões ligados à coleta de resíduos domiciliares precisam passar pela estação de transbordo: os da coleta seletiva são pesados e direcionam-se para as cooperativas. Os caminhões da coleta não-seletiva são pesados (Figuras 12 e 13), descarregam na plataforma (Figura 14), dependendo, direto na carreta (Figura 15) e regressam para a balança e, dali, para uma nova viagem de coleta. A plataforma é coberta e está num nível elevado, de forma a permitir que as carretas estacionem na parte inferior de suas bordas. Os resíduos dispostos pelos coletores são então empurrados por uma retroescavadeira, caindo nas carrocerias de um dos seis caminhões (4 bitrens e 2 carretas) que transportam

os resíduos até o aterro sanitário Metade Sul, em Candiota-RS. De acordo com o sítio eletrônico da Prefeitura de Pelotas, “O depósito máximo permitido na unidade de transbordo (área coberta) será de 20 toneladas.” (PELOTAS, 2013b)

Nos primeiros meses de 2013, segundo técnicos da prefeitura, estavam sendo transportadas entre 200 e 220 toneladas de resíduos para o Aterro de Candiota. Importante salientar que dentro dessa tonelagem, existem, além de domiciliares, resíduos de varrição, alguns resíduos de construção civil e provenientes da Secretaria de Qualidade Ambiental (podas de árvores, por exemplo).



Figura 12 – Balança para pesagem dos veículos
Fonte: Acervo do autor



Figura 13 – Cabine de registros da balança
Fonte: Acervo do autor



Figura 14 – Plataforma de transbordamento
Fonte: Acervo do autor



Figura 15 – Transbordamento de caminhão coletor direto
Fonte: Correio do Povo, 2012.

A Figura 16 mostra a vista aérea da Estação, cujos números correspondem: 1) Entrada, 2) Balança & Setor Administrativo, 3) Plataforma coberta, 4) Rampas de acesso. Uma vez carregadas as carretas, elas seguem aproximadamente 160 km pela BR-293, até o município de Candiota-RS, onde está localizado o aterro sanitário Metade sul – próximo à Usina Termelétrica Presidente Médici.



Figura 16 – A Estação de Transbordo de Pelotas-RS
 Fonte: Adaptado de Google Earth

6.3 Destinação Final: Aterro Sanitário de Candiota-RS

A construção do Aterro Sanitário de Candiota, pela empresa Meioeste Ambiental, iniciou-se em 2010. O início das atividades ocorreu em 2011. A Figura 17, datada de janeiro de 2012 já mostra o aterro Metade Sul em operação. Podem ser observadas estradas de acesso ao redor da área das células de recepção, assim como as seis lagoas de tratamento de líquidos percolados.



Figura 17 – Área do Aterro Sanitário de Candiota-RS - 18 de setembro de 2010
 Fonte: Google Earth

Em visita técnica autorizada pela Empresa Meioeste, realizada em maio de 2013, o autor pode visualizar e acompanhar o funcionamento do aterro. Para chegar ao local, foi solicitada uma carona junto às carretas que saem da Estação de Transbordo de Pelotas, em direção ao Aterro. A viagem de ida, devido ao peso do caminhão, costuma levar quase três horas.

Uma vez estando no aterro, a primeira fotografia, Figura 18, foi tirada em um local mais alto e distante, de forma a permitir uma visão geral do empreendimento. Nela é possível observar, à esquerda, ao fundo, (a) o prédio de entrada do estabelecimento, onde fica a administração e a balança. Em seguida, em direção ao centro da imagem, há a estrada de acesso às células de disposição (b), assim como a observação do trator que faz a distribuição e compactação dos resíduos (c) e uma carreta bitrem preparando-se para descarregar (d). Também é possível a observação das geomembranas que impermeabilizam o solo (d) assim como três chaminés para captação e queima de gases (e1, e2, e3). À direita, ao fundo, há uma visão parcial das lagoas de tratamento de chorume (f). Na parte inferior da imagem é possível a visualização do solo exposto composto por carvão e argila (g). Por toda a circunferência do aterro há um cinturão verde (h).



Figura 18 – Aterro Sanitário de Candiota-RS: Visão geral
Fonte: Acervo do autor

A imagem da Figura 19, além do trator esteira trabalhando ao fundo, observa-se com mais detalhes o dreno para captação de gases das células do aterro. Na mesma figura, o leitor pode visualizar a chaminé de captação e queima de gases em operação no aterro.



Figura 19 – Chaminé de captação e queima de gases
Fonte: Acervo do autor

Nas Figuras 20 e 21 é registrado o carregamento de solo argiloso de um caminhão tipo caçamba por uma retroescavadeira. O local situa-se nas imediações do aterro. Na outra imagem, o mesmo caminhão descarrega sobre a célula de resíduos já compactados.



Figuras 20 e 21 – Carregamento e descarregamento de solo argiloso para recobrimento dos resíduos
Fonte: Acervo do autor

Quanto à captação do lixiviado e do chorume, de acordo com a LO, o sistema deve ser composto por seis lagoas para fazer tratamento físico-químico e de desinfecção (Figura 22). A primeira delas é do tipo anaeróbia, de dimensões de 70x30x4 m e volume de 9.800 m³(a); Duas lagoas facultativas, de dimensões 150x60x1,5 m e volume de 13.500 m³ cada (b); Duas lagoas aeradas, de dimensões 20x10x3m e volume de 600 m³ cada e dois aeradores mecânicos de 3 CV por lagoa e uma lagoa de decantação, de dimensões 20x12x2,5 m e volume de 600 m³(c). (FEPAM, 2013).



Figura 22 – Lagoas de tratamento de chorume – 20 de janeiro de 2010
Fonte: Google Earth

Ao final do processo de tratamento, a água é despejada num corpo hídrico que faz parte da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim.

Todas essas operações de logística, preparo do solo, acondicionamento e tratamento dos resíduos, gases e efluentes são feitas sob um custo significativo aos cofres públicos.

6.4 Os custos de operação

Como foi mostrado anteriormente, o processo de coleta não-seletiva e destinação final em Pelotas-RS envolve duas empresas que prestam diferentes serviços e, conseqüentemente, diferentes preços.

Inicialmente o preço cobrado pela Revita S.A. era de R\$ 95,00 por tonelada proveniente da coleta manual. Com o passar dos meses, em função das taxas de inflação, esse preço em julho de 2013 subiu para R\$ 102,39/tonelada. Considerando que neste mesmo mês foram coletadas 4.702,970 toneladas, o custo da coleta manual foi de R\$ 481.537,10.

A coleta domiciliar também é feita de maneira containerizada. O preço era de R\$ 360,00 por container/mês. Considerando que haviam 715 containeres instalados, o preço total foi de R\$ 257.400,00. Portanto, no mês de junho de 2013 o SANEP pagou à empresa Revita S.A. um total de R\$ 738.937,10.

A média de resíduos recolhidos, pela coleta containerizada, é de 53 toneladas por dia, o que equivale à 74,15 kg/container. Mensalmente, são 1.590 toneladas provenientes desta coleta.

Como mostrado anteriormente, a empresa Meioeste Ambiental opera tanto o transporte dos resíduos da Estação de Transbordo, quanto o Aterro Sanitário Metade Sul. O preço cobrado (transporte + disposição final) é de R\$ 65,00 por tonelada. Assim sendo, foram R\$ 409.043,05 para os serviços de destinação final. A Tabela 7 demonstra os gastos com a coleta.

Tabela 7 – Os custos do sistema de coleta não-seletiva

Coleta	Preço	Coletado	Pago
	(R\$/t)	(t)	(R\$)
Coleta manual	102,39	4.702,97	481.537,10
Containerizada(container/mês)	360,00	3.553,90	286.000,00
Destinação	65,00	8.226,87	536.696,55
TOTAL			1.304.233,65
Média por tonelada			158,53

Fonte: Adaptado de SANEP, 2013.

Ainda há os gastos com a manutenção e conservação do aterro controlado Colina do Sol. A empresa Lauro Oliveira S/A está operando no aterro desde 2007, por edital que incluía a recuperação de área degradada. Neste mesmo mês de junho de 2013, foram pagos R\$ 94.856,76 pelos serviços.

Atualmente, existe projeto de recuperação/transfomação de toda a área do antigo aterro em parque arborizado. O projeto foi aprovado pelo PAC-II e possui orçamento total de R\$ 350 mil. (PELOTAS, 2013b).

7. A COLETA SELETIVA PÚBLICA

De acordo com a Lei 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), ficou estabelecido que os municípios brasileiros devem implantar dois tipos de coleta domiciliar: a *coleta orgânica* e a *coleta seletiva*. A primeira deve coletar apenas os materiais popularmente conhecidos como “orgânicos”, ou seja, aqueles que são passivos de compostagem (cascas, restos de alimentos, podas de jardim, papéis de higiene pessoal, dentre outros), deixando para a segunda a responsabilidade de coletar os resíduos secos (metais, papéis e papelão, plásticos e vidros).

Cabe aqui um parágrafo para se fazer uma observação. A expressão popular “resíduos orgânicos” não corresponde ao seu significado técnico. Na verdade, os materiais orgânicos são aqueles que possuem os elementos carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio (abreviados como CHON) em sua composição. Portanto, papel, papelão e, a maioria dos plásticos e borrachas sintéticas são materiais orgânicos.

A diferenciação feita entre os resíduos domiciliares produzidos se faz pelos procedimentos adotados para sua reinserção nos ciclos econômicos/naturais. Os *resíduos secos* (essa seria é a denominação mais adequada), vidros, plásticos, materiais celulósicos e metais, demoram muito tempo para se decomporem em ambientes naturais. Não há um consenso sobre o tempo de degradação completa de cada material. Na Tabela 8 pode ser observada uma gama de materiais e o tempo necessário de decomposição, de acordo com diferentes órgãos/instituições.

Além disso, esses não são elementos encontrados em estado puro na natureza – são estruturas que necessitam passar por processos físico-químicos, onde há o consumo intenso de trabalho, energia e insumos. Logo, quando esses mesmos materiais retornam às linhas de produção, há economia de matérias primas, energia e insumos – residindo aí a grande vantagem ambiental da reciclagem.

Tabela 8 – O tempo de decomposição dos resíduos

Material	Fonte				
	Campanha Ziraldo	Comlurb website	SMA São Sebastião	DMLU POA	UNICEF website
Casca de banana ou laranja		2 anos	2 a 12 meses		
Papel	3 a 6 meses		De 3 meses a vários anos	2 a 4 semanas	3 meses
Papel plastificado		1 a 5 anos			
Pano	6 meses a 1 ano				
Ponta de cigarro	5 anos	10 a 20 anos	De 3 meses a vários anos		1 a 2 anos
Meias de lã		10 a 20 anos			
Chiclete	5 anos	5 anos	5 anos		5 anos
Madeira pintada	13 anos				14 anos
Fralda descartável					600 anos
Nylon	Mais de 3 anos				30 anos
Sacos plásticos		30 a 40 anos			
Plástico	Mais de 100 anos		Mais de 100 anos	450 anos	450 anos
Metal	Mais de 100 anos	Até 50 anos	10 anos	100 anos	
Couro		Até 50 anos			
Borracha	Tempo indeterminado				
Alumínio		80 a 100 anos	Mais de 1000 anos	200 a 500 anos	200 a 500 anos
Vidro	1 milhão de anos	Indefinido	Mais de 10 mil anos	Indeterminado	4 mil anos
Garrafas plásticas		Indefinido			
Longa vida			100 anos		
Palito de fósforo			6 meses		

Fonte: Lixo.com.br, 2013.

Em Pelotas-RS os serviços de saneamento (água, esgoto, drenagem urbana e resíduos sólidos) são de responsabilidade do Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP). O SANEP possui o Departamento de Resíduos Sólidos que terceiriza, através de licitação, as coletas não-seletiva e seletiva.

Em 2010, no mesmo ano da aprovação da PNRS, foi implantado o sistema de coleta seletiva na cidade. Na época, eram 11 setores atendidos: Cohab Tablada, Cohab Fragata, os bairros Pestano, Getúlio Vargas, Areal Sul, Obelisco, Centro

Norte A, e B, e Núcleo de apartamentos do Guabiroba, Pestano e Lindoia. (ANEXO 2). Os materiais coletados são distribuídos entre seis cooperativas de catadores. A primeira licitação pública para esse tipo de coleta teve como vencedora a empresa Revita S/A.

Para a implantação do serviço, foi montada uma equipe de divulgação que passou pelas ruas dos bairros. Acompanhadas pelo mascote da campanha e pelo caminhão-baú com música anunciativa, pessoas distribuíam panfletos educativos sobre a segregação de materiais. (Figura 23).



Figura 23 – A equipe de divulgação da Coleta Seletiva porta a porta do SANEP

Fonte: Pelotas, fevereiro de 2012.

Na época, havia seis cooperativas conveniadas com o SANEP, a saber: Cooperativa de Trabalho, Reciclagem e Integração e Ação Social do Loteamento Ceval (CRIAS-CEVAL), a Cooperativa de Catadores da Vila Castilhos (COOPCVC), a União dos Catadores de Resíduos Sólidos Cooperados (UNICOOP), a Cooperativa de Catadores do Dunas (Coopel), Cooperativa dos Agentes Ambientais do FRAJET e a Cooperativa de Reciclagem, Integração e Ação Social do Bairro Getúlio Vargas (CRIASBGV).

Em 2012 houve a ampliação da área urbana atendida pelo serviço. Nesta etapa, passaram a ser contemplados os bairros/setores Gotuzzo, Treptow, Areal, Cruzeiro, Fátima, nas regiões do Porto, Jardim Europa, Residencial Umuarama, e nas regiões Centro Sul, Centro sul A, e Centro Sul B (ANEXO 2). A partir de então, a coleta vem abrangendo 60% de sua área urbana. Quanto aos 40% restantes, a previsão é de que sejam alcançados até 2014.

Por questões logísticas, o SANEP dividiu as localidades atendidas em vinte setores cuja coleta se realiza em diferentes dias e horários, como pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 9 – Horários da coleta seletiva pública em Pelotas-RS

Bairros	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Cohab Fragata	Manhã				Manhã	
Cohab Tablada		Tarde			Tarde	
Areal Sul / Obelisco	Tarde			Tarde		
Areal Norte	Manhã			Manhã		
Fátima		Tarde			Tarde	
Cruzeiro			Manhã			Manhã
Jardim Europa / Areal / Humuarama	Tarde			Tarde		
Porto			Tarde		Tarde	
Getulio Vargas			Tarde			
Bairro Pestano			Manhã			
Treptow		Manhã			Manhã	
Gotuzo	Tarde		Tarde			
Centro norte A		Manhã				Manhã
Centro norte B		Manhã				Manhã
Centro Sul A			Manhã			Manhã
Centro Sul B	Manhã				Manhã	
Calçadão (Voluntários e Lobo da Costa)	Manhã	Manhã	Manhã	Manhã	Manhã	Manhã
Centro Sul	Manhã				Manhã	
Aptos /Pestano / Lindóia		Tarde		Tarde		
Aptos Guabiroba		Manhã		Manhã		
Doações				Manhã		

Fonte: Adaptado do sítio do SANEP, 2013.

A empresa que faz a coleta seletiva precisou dispor de quatro equipes, a fim de cumprir com todos os horários e itinerários impostos pelo SANEP. Cada equipe é composta por um motorista de caminhão e dois coletores, os quais trabalham a um custo de R\$ 25 mil por mês, estando inclusos salários, combustíveis, manutenção dos veículos e, obviamente, os lucros da empresa.

Em princípio, utilizavam-se caminhões-baú para a coleta. No compartimento de carga desses caminhões, também, havia barris de metal com as cores de cada grupo de materiais⁴. No entanto, a coleta também passou a ser feita com caminhão do tipo compactador. Tal veículo possui uma prensa hidráulica acoplada em seu compartimento de carga. Os resíduos coletados, com o objetivo de se poupar espaço no caminhão, são esmagados.

⁴Amarelo para metais, vermelho para plásticos, verde para vidros e azul para materiais celulósicos.

Isto, porém, pode ser bom para a eficiência quantitativa da coleta (pois há uma captação maior de materiais, com menor número equipes), mas não para as cooperativas. Ao esmagarem-se os materiais, além de uma maior mistura dos resíduos, pode haver, também, a quebra de frascos com líquidos ou outros materiais viscosos que terminam por contaminar os materiais próximos e, conseqüentemente, comprometer as qualidades necessárias para a reciclagem. Esta questão está na lista das principais reclamações ouvidas, durante as entrevistas realizadas nas cooperativas.

Além dos bairros, a coleta seletiva, também, é realizada em escolas públicas e privadas da cidade, como parte do projeto “*Adote uma Escola*”.

7.1 O Projeto Adote uma Escola

O Projeto Adote uma Escola é de autoria do atual chefe da Divisão de Destinação Final de Resíduos Sólidos do SANEP, engenheiro Édson Plá, e está sob a coordenação da pedagoga Rejane B. Jougland.

O projeto “Adote Uma Escola” foi concebido como um subprojeto do projeto educacional sobre saneamento básico nas escolas no município de Pelotas e apresentado, inicialmente, aos professores da rede municipal e estadual de ensino em setembro de 1992. (MONTEROSSO, p. 6).

Os trabalhos iniciaram com quinze escolas, as quais passaram a receber visitas dos técnicos dos SANEP, que faziam palestras educativas, auxiliados por audiovisuais e outros materiais didáticos, além da realização de jogos com professores e alunos. O objetivo principal dessas campanhas era incentivar a separação e a reciclagem de resíduos sólidos nas escolas. Os alunos aprendiam como fazer a separação dos resíduos e a importância da reciclagem. A partir de então, além do aumento do índice de separação, alguns estudantes passaram a trazer os recicláveis de casa. Os educadores e alunos eram incentivados a participarem, através da compra de materiais didáticos feitas com o dinheiro proveniente da venda dos materiais.

Com o funcionamento e a expansão do projeto, fez-se necessária a institucionalização do mesmo. Em 2005 houve aprovação da Lei nº 5.206, de 30 de Dezembro de 2005, pelo então Prefeito Adolfo Antonio Fetter Junior, que veio a instituir legalmente o projeto.

No entanto, ainda se faziam necessárias algumas mudanças na área de educação ambiental da Autarquia, de forma a permitir o atendimento do crescente número de escolas participantes do Projeto. Isso ocorreu em 2011:

Com o objetivo de integrar aspectos, até então, fragmentados na prática administrativa da autarquia e incorporar efetivamente a dimensão social e ambiental ao processo, o SANEP – Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas instituiu, no dia 27 de julho de 2011, pelo Diretor Presidente do SANEP, no uso de suas atribuições conferidas pela Lei Municipal nº 1.474/1965, através de Portaria nº 0680/2011, o Núcleo de Educação Ambiental em Saneamento – NEAS, com a finalidade de propor e implementar projetos e ações contínuas de educação ambiental, direcionando o município para o desenvolvimento sustentável.(NEAS, 2013).

Atualmente, o Projeto atende oito entidades assistenciais, três escolas particulares, 24 estaduais e 44 municipais, e a adesão continua. Atualmente, existem 19 instituições (entre escolas públicas e privadas e entidades) filantrópicas na lista de espera⁵.

O total dos materiais coletados (uma média de 600 kg/mês) é encaminhado para uma das cooperativas conveniadas. A ordem de recebimento obedece ao rodízio mensal (conforme a fila e sua situação de prestação de contas com o NEAS) para receber os materiais.

7.2 O trabalho nas Cooperativas

As quatro equipes responsáveis pela coleta distribuem as cargas entre as seis cooperativas atuantes na cidade. A logística de entrega de cargas se dá conforme algumas variáveis: a) Proximidade com o setor de coleta; b) Os horários de expediente da cooperativa, pois muitas trabalham apenas um turno; c) A capacidade técnica e produtiva das cooperativas e D) A distribuição dos materiais conforme a origem das cargas – bairros mais nobres produzem cargas com melhores índices de materiais recicláveis. Essas variáveis explicam porque algumas recebem mais cargas que outras. Abaixo seguem a Tabela 10 – onde são descritas as cooperativas atualmente conveniadas com o SANEP – e a Figura 24, que mostra, na foto de satélite, a distribuição das cooperativas na área urbana de Pelotas.

⁵ A lista completa pode ser consultada no endereço eletrônico <<http://sanep-neas.blogspot.com.br/p/adote-uma-escola.html>>.

Tabela 10 – As cooperativas atuantes em Pelotas-RS

Nome cooperativa	Nº de cooperados	Endereço
Cooperativa de Trabalho, Reciclagem e Integração e Ação Social do Loteamento Ceval (CRIAS-CEVAL).	20	Rua 2 do Loteamento que lhe dá o nome, próximo à Avenida Brasil
A Cooperativa de Catadores da Vila Castilhos (COOPCVC).	15	Rua Dr. Amarante nº. 1394 / 1404, Vila Castilhos.
UNICOOP – União dos Catadores de Resíduos Sólidos Cooperados Unicoop	17	Continuação da rua Conselheiro Brusque, nº 710, no Bairro Fragata
A Cooperativa de Catadores do Dunas (Coopel)	17	Rua Ulisses Guimarães, nº 788, no bairro Dunas.
Cooperativa dos Agentes Ambientais do FRAJET;	20	Rua Carlos Andrade nº 260, bairro Fragata.
A Cooperativa de Trabalho e Reciclagem (CORECICLO),	24	Av. Pinheiro Machado, nº 2112, bairro Fragata.

Fonte: Entrevistas do autor, junho e julho de 2013.

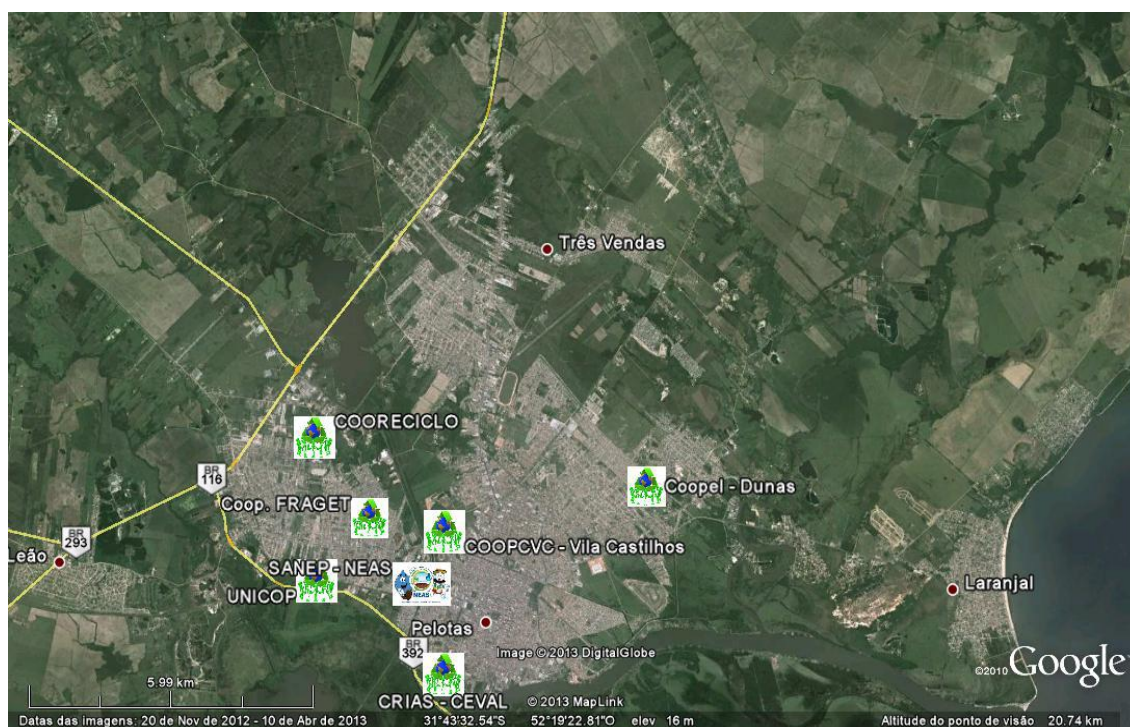


Figura 24 – Área Urbana de Pelotas: O Núcleo de Educação Ambiental (NEAS) e a distribuição das Cooperativas de catadores

Fonte: Adaptado de Google Earth.

Os trabalhos realizados nas cooperativas consistem, basicamente, na triagem e enfiamento dos recicláveis. Os materiais coletados são dispostos em mesas (ou esteiras), onde os trabalhadores rasgam os sacos e depositam os recicláveis em sacos/tonéis dispostos ao redor da mesa. Cada um desses recipientes recebe um tipo específico de material, cuja classificação é bem além

daquela entre os grandes grupos, ou seja, celulose, plástico, metais e vidros. A celulose é separada conforme o tipo e a cor (papel branco, papel colorido, papelão marrom, papelão colorido, dentre outros). O plástico, conforme a cadeia química (PET, PEBD, PEAD, Filme etc.) e a cor. Os metais, de acordo com elemento predominante (ferro, alumínio, cobre etc.) e a liga metálica utilizada. E os vidros, geralmente, conforme a cor.

Entre os meses de junho e julho de 2013 foram realizadas entrevistas com os presidentes das cooperativas supracitadas. O primeiro passo foi a busca pelo Núcleo de Educação Ambiental do SANEP, o NEAS, que é o responsável pela administração de assuntos referentes à logística, fiscalização e capacitação das cooperativas conveniadas. Utilizou-se um questionário aberto, com o qual buscou-se informações sobre o número de cooperados, maquinário, produtividade, destinação e empecilhos ao crescimento das unidades.

Das seis cooperativas atuantes, quatro apenas recebem materiais da coleta domiciliar seletiva ou doações. As outras duas, além de trabalharem com os materiais proporcionados pelo SANEP, uma compra materiais na porta do galpão e, por dispor de máquina para triturar papéis, também recebe papéis de órgãos do governo, como Ministério Público e Receita Federal. A outra, além de organização exemplar em seu galpão, também executa trabalhos fora da sede – através de convênios com empresas da cidade para dar destinação correta aos seus resíduos recicláveis.

Quanto à produtividade, as cooperativas estão enviando para a reciclagem uma média mensal de aproximadamente 20t de metais; 2,6t de vidros; 35t de plásticos e 110t de materiais celulósicos (Figura 25). Um total de 168,6 toneladas recicláveis deixam de ser enterradas para gerarem empregos e renda. Elas também diminuem a exploração e o consumo de matérias primas virgens, água, energia e evitam emissões de gases, efluentes e outros resíduos sólidos. (IPEA, 2010).

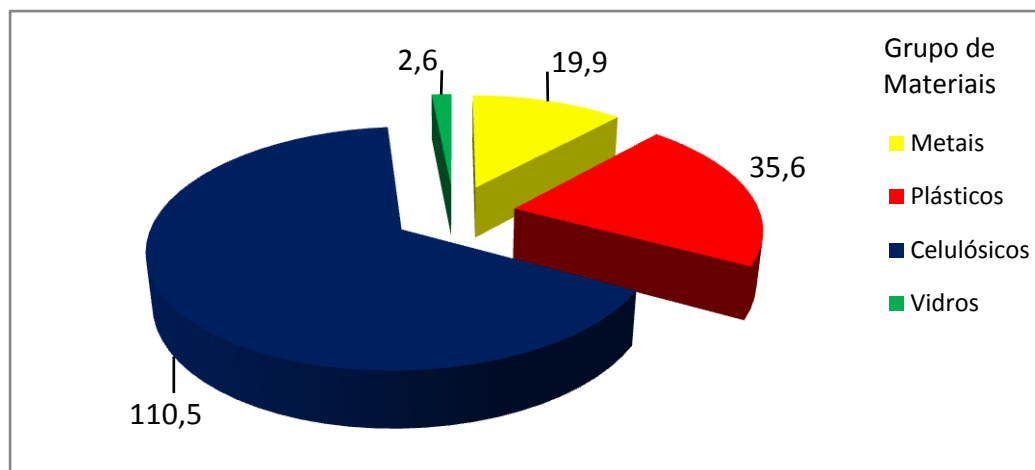


Figura 25 – A produtividade mensal média das cooperativas, por grupo de materiais (valores em toneladas)

Fonte: Entrevistas do autor – junho e julho de 2013.

A principal dificuldade enfrentada pelas cooperativas refere-se a pouca quantidade de materiais que recebem. Como explicado anteriormente, devido ao baixo índice de participação populacional com a coleta seletiva, a quantidade de materiais coletados é pequena. Esse é o principal motivo para que muitas cooperativas funcionem apenas um turno. Há, também, a questão dos altos índices de rejeitos encontrados nas cargas. São materiais contaminados e/ou sem mercado. Eles, além de aumentarem o trabalho dos catadores (pois precisam ser separados), encarecem o transporte – pois ocupam espaço e peso nos caminhões de coleta.

De acordo com o histórico das balanças, são coletados, em média, 35% de rejeitos. A explicação para o elevado percentual se dá por vários fatores. O primeiro diz respeito aos geradores: além da má separação, resultando na mistura de úmidos/não recicláveis em meio aos recicláveis. Também, há a contaminação com outros materiais, como uma lata de tinta ou de óleo cujo conteúdo derrame e contamine os outros materiais. Outra explicação é a falta de demanda por determinados materiais, o que pode ser explicado pela distância da indústria recicladora, quando o valor do frete não compensa o valor da venda, ou a simples inexistência de tecnologias para reinserção nas linhas de produção para certos tipos de materiais.

Outra dificuldade refere-se ao pagamento de aluguéis. Três possuem prédios próprios – construídos com recursos governamentais – enquanto as outras três precisam pagar, entre R\$ 3.500,00 e R\$ 3.600,00, pelo espaço onde trabalham.

Mensalmente, as cooperativas precisam fazer a prestação de contas para o SANEP, em função do convênio assinado entre ambas as partes. Nesta, deve constar todas as suas movimentações financeiras: pagamento de água, luz, telefone, aluguéis, cargas recebidas, quantidade de material triado, valores adquiridos com as vendas dos recicláveis, dentre outros. Estando os documentos em ordem, é feito repasse de até R\$ 15.000,00 para o pagamento de suas despesas. No entanto, muitas delas, por não disporem de pessoal capacitado e/ou por não apresentarem a documentação completa, permanecem longos períodos sem receber a bolsa.

No que diz respeito à destinação dos materiais que são triados pelas cooperativas, eles são vendidos para compradores da própria cidade de Pelotas-RS, que, posteriormente, os venderão para compradores maiores, geralmente localizados na região metropolitana de Porto Alegre, ou (dependendo do seu porte) diretamente para indústrias (localizadas, principalmente, na região metropolitana ou nordeste do Estado). Dentre as cooperativas, apenas uma, em função de sua grande produtividade, efetua a venda dos materiais celulósicos diretamente para uma empresa beneficiadora, sediada em Porto Alegre.

É de praxe classificar o sistema de coleta seletiva como sendo economicamente inviável, insustentável, já que os recursos adquiridos com a venda dos materiais são insuficientes para pagar a coleta, necessitando o Estado desembolsar recursos para pagamento dos déficits gerados pelo serviço.

Estudos foram feitos sobre a inviabilidade do sistema de coleta seletiva. Na década de 1990, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), em conjunto com o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), publicaram o "*Manual de Gerenciamento Integrado*". Sobre a coleta seletiva, os autores alegam sua inviabilidade econômica:

Outro resultado apurado (...) foi o alto custo dos programas. O custo médio, medido por tonelada coletada, é de U\$ 240. A receita média por tonelada vendida é de U\$ 30. Portanto, os programas de coleta seletiva estão muito longe de serem lucrativos para prefeituras; ao contrário, para cada U\$ 10 gastos com ela, a média de receita é de U\$ 1,30. (IPT & CEMPRE, 1995, p. 136).

Em seu livro, Calderoni (2003) faz uma crítica às afirmações do IPT. Segundo ele:

Em primeiro lugar nesse cálculo parece estar havendo uma **superestimativa** do custo da coleta seletiva e uma subestimativa da receita que pode ser obtida com a venda dos recicláveis (...) Em segundo lugar, nesse cálculo não estão sendo considerados os **custos evitados** pela Prefeitura (...) (CALDERONI, 2003, p. 41 – grifos do original).

Atualmente, quase vinte anos depois da publicação IPT, por questões ambientais e econômicas são raras as manifestações contra a implantação de um programa de coleta seletiva. No entanto, mesmo sabendo da importância do serviço, vamos analisar o caso da coleta seletiva de Pelotas para verificar qual sua situação em relação à questão.

A coleta seletiva porta a porta e a entrega dos materiais, conforme cronograma do NEAS é feita por quatro equipes que se continuam, além do caminhão, do motorista e dois coletores. Cada uma opera a um custo mensal de R\$ 25 mil reais. A retirada do rejeito das cooperativas é feita por caminhão especificamente designado para tal função, o qual faz o serviço por R\$ 102,39 por tonelada coletada. Além disso, ainda há os valores repassados pelo SANEP às cooperativas, que serve para o pagamento de suas despesas com aluguéis e contas de água e luz. O valor máximo repassado é de R\$ 15 mil.

Desconsidera-se, neste caso, a folha de pagamento de funcionários do SANEP, do Departamento de Resíduos Sólidos e, principalmente, do NEAS por conta de suas ações não serem condicionadas apenas a assuntos da coleta seletiva e das cooperativas.

O primeiro preço a ser considerado se refere às quatro equipes de coleta seletiva, que operam a R\$ 100.000,00/mês (R\$ 25 mil/cada) e que entregam às cooperativas, em média, 150 t/mês. Adiciona-se a essa quantia a média de 35% rejeitos (26 t/mês), ao preço de R\$ 102,39/t, o que significa R\$ 2.395,93/mês. Acrescenta-se, ainda, os repasses do SANEP às cooperativas: Segundo o contador responsável, em média são R\$ 11 mil por organização, ou R\$ 55 mil/mês. Ao final de tudo, são R\$ 157.395,93/mês ou R\$ 1.049,30/t, como mostra a Tabela 11.

Tabela 11 – Coleta seletiva pública em Pelotas-RS: Custo médio por tonelada/mês

	Coleta Seletiva Porta a Porta: quatro equipes	Retirada Rejeito	Repasse mensal médio	Média mensal coletada	Custo médio
	(R\$)	(t)	(R\$)	(t)	(R\$/t)
Valores/médias mensais	100.000	2662,14	55.000	150	1051,08

Fonte: Elaborado a partir de SANEP, 2013A& entrevistas.

Quando se faz a comparação dos preços pagos mensalmente pela coleta seletiva com os preços da coleta não-seletiva (R\$ 167,39/t), percebe-se que a segunda seria vantajosa aos cofres públicos, por representar economia de R\$883,69/t.

Os altos custos desta coleta, em associação com as demais demandas, é um dos motivos para o esvaziamento dos cofres do SANEP. Em 2011, a autarquia fechou o ano com dividas da ordem de R\$ 2,6 milhões, ao passo que no ano seguinte as contas fecharam em R\$ 3 milhões negativos. Atualmente, a gestão de resíduos “*consome 33,27% da receita da autarquia – os gastos mensais com o lixo ficam na média de R\$ 1.808.122,39, sem contar os gastos com a administração direta e indireta.*” (PELOTAS, 5/12/2013).

A solução mais imediata para resolver esse problema seria a implantação de uma taxa mensal relativa aos serviços de coleta e tratamento de resíduos. Atualmente, ela está embutida no IPTU, mas, como mostram os déficits, ela tem sido insuficiente para honrar as despesas geradas. No entanto, se a Prefeitura de Pelotas optasse pela implantação imediata de uma taxa mensal – específica para os serviços de resíduos – ela dispõe dos mecanismos legais para isso: a Lei Municipal Nº 4.259/1997, que “*Institui a taxa de coleta de lixo no município e dá outras providências*” foi assinada pelo, então, Prefeito Anselmo Rodrigues, no estratégico dia 24 de dezembro de 1997 – quando quase ninguém está preocupado com as questões políticas. Nesta lei está previsto que o contribuinte deve fazer o pagamento em 12 parcelas iguais. No entanto, até o momento, ela jamais foi cobrada.

Para 2014, por exemplo, a prefeitura prevê expansão da coleta seletiva urbana (gastos na ordem de R\$ 100 mil) e ampliação da coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD, em torno de R\$ 30 mil). Até o momento⁶, ainda não está claro de

⁶ Dezembro de 2013.

onde serão provenientes esses recursos – se serão cortados de outras áreas ou provenientes do orçamento da própria Prefeitura ou se de fontes externas.

Independente disso, se permanecer a tendência de aumento dos gastos com resíduos, a implantação de um imposto relativo ao tratamento de resíduos é inevitável. O principal problema dessa taxa está no valor a ser cobrado. Ao contrário da água e da energia elétrica, ainda não existe um mecanismo que possibilite a medição do que é produzido de resíduos por uma residência/estabelecimento.

Uma outra solução, visando contornar o problema da taxa de resíduos em escala municipal, poderia ser a implantação de uma norma dentro da PNRS que estabeleça que um certo percentual do Imposto sobre Produtos Industrializados de embalagens seja destinado para um fundo. Anualmente, esses recursos devem ser encaminhados para os municípios de acordo com sua população.

7.3 Análise dos serviços ambientais da coleta seletiva pública

Apesar de todos os déficits em âmbito local, quando se utiliza como parâmetro os benefícios ambientais motivados pelo que deixa de ser enterrado, ou seja, aborda-se a questão numa visão macro, a tendência é que essa opinião mude.

A primeira questão a ser avaliada diz respeito aos crescentes índices de coleta. A coleta seletiva, além de incentivar os moradores a separar os materiais, também possui poder de recolhimento muito superior ao dos catadores, pois conta com condução motorizada e de grande porte – ao contrário dos catadores que utilizam veículos de tração humana ou animal. Adiciona-se o fato de muitos moradores, por um medo preconceituoso da figura do catador ou por temerem a destinação incorreta dos materiais, entregam os resíduos, somente, para o Programa de Coleta Seletiva Pública (PCSP).

Outrossim, o PCSP promove a viabilidade da reciclagem de materiais, que a maioria dos catadores avulsos não estão interessados, devido ao baixo preço das sucatas. É o caso, por exemplo, dos plásticos moles, de alguns tipos de papéis e dos vidros.

Como mostrado anteriormente, duas cooperativas, além dos resíduos recicláveis repassados pela Prefeitura, por meio da coleta seletiva, compram de catadores e/ou vão até os geradores de resíduos sólidos para buscar/beneficiar os materiais. *“Por sinal, são as que apresentam os melhores resultados e as que*

menos demandam recursos financeiros” – acrescentou um dos técnicos responsáveis pela fiscalização dos convênios e a prestação de contas mensais das cooperativas.

Uma delas é a única que vende seus materiais celulósicos, diretamente a uma indústria beneficiadora. Ao total, são 27,8 toneladas provenientes, tanto da coleta seletiva quanto de catadores de outros doadores. Este volume é alto, quando comparado com as cooperativas que recebem, exclusivamente, da Coleta Seletiva Pública, que produzem, em média, 12 toneladas mensais. Ao cruzar a produção média adquirida de terceiros (14,8 toneladas/mês) e pressupondo que esse material seria coletado pela coleta não-seletiva, percebe-se que tal cooperativa diminui em R\$ 2.477,37/mês os gastos com esta última. Parece pouco, mas com essa quantia – ao considerar-se que, em novembro de 2013, o piso salarial de um professor da rede estadual de educação básica do Rio Grande do Sul eram míseros R\$ 1.040,52⁷, ela é suficiente para pagar dois educadores e, ainda, sobram R\$ 366,00 para comprar, no mínimo, dois livros didáticos, volume único para Ensino Médio,⁸ ou 30 refeições escolares⁹.

A reciclagem mensal de 2,6 toneladas de vidros na cidade de Pelotas, ocorre, somente, em função da coleta seletiva pública. O vidro é um material muito pesado e o preço pago, pela única indústria da região é extremamente baixo, o que inviabiliza o seu frete e, por efeito dominó, faz com que nenhum sucateiro da cidade os compre.

A reintrodução desses materiais promove uma economia média mensal que ultrapassa R\$ 435,00 na coleta não-seletiva e, como será mostrado no Capítulo 12, a reintrodução de um material que pode ser reciclado infinitas vezes, sem a perda de suas qualidades físico-químicas, significando grandes benefícios não só econômicos, como também, ambientais.

Os outros materiais são vendidos para compradores locais/regionais de Pelotas. Seus benefícios ambientais serão analisados em série, de acordo como tipo de material. Por obedecer a ordem alfabética, o primeiro da primeira cadeia produtiva e a diminuição dos impactos proporcionada pela sua reciclagem será o aço.

⁷ Quase R\$ 530 abaixo do piso nacional do ano e, R\$ 825 reais mais baixo que as estimativas de reajuste para 2014. (Folha de São Paulo, 20/09/2013).

⁸ R\$ 180,00

⁹ R\$ 12,00/aluno/mês na rede estadual do RS.

8. AÇO

O aço é de suma importância para a sociedade moderna. Trata-se de *“um produto essencial para a civilização moderna, cuja produção é considerada a espinha dorsal do desenvolvimento industrial de um país.”* (CHEMALE & TAKEHARA, 2013, p. 19). De acordo com BOTT ele *“pode ser considerado como o material de construção mais versátil que existe no mercado, possuindo uma combinação excelente de resistência mecânica e ductilidade e de fácil disponibilidade.”* (BOTT, 2008, p. 7).

No Brasil, em 2011, foram produzidas mais de 35,2 milhões de tonelada de aço bruto, o que torna o Brasil o 9º maior produtor mundial, estando logo atrás da Ucrânia, como mostra a Tabela 12:

Tabela 12 – Ranking da produção mundial de aço bruto em 2011

	Países	Produção 2011 10 ⁶ t	Produção mundial (%)
1.	China	679,2	44,9
2.	Japão	107,6	7,1
3.	EUA	86,4	5,7
4.	Índia	71,3	4,7
5.	Rússia	68,9	4,6
6.	Coreia do Sul	68,5	4,5
7.	Alemanha	44,3	2,9
8.	Ucrânia	35,3	2,3
9.	Brasil	35,2	2,3
10.	Turquia	34,1	2,3

Fonte: Adaptado de MME, 2012a, p. 31

No mesmo ano, as siderúrgicas brasileiras, também produziram 854 mil toneladas de ferroligas e outras 33,4 mil toneladas de ferro-gusa. Com isso, o setor obteve faturamento R\$ 65,6 bilhões, empregando 132 mil pessoas, direta e indiretamente. Retirando a diferença entre as importações e exportações, neste mesmo ano houve um consumo aparente, *per capita*, de 145 kg de aço bruto e 1,8 de inox e 3,3 kg de ferroligas. (MME, 2012a). A Tabela 13 ilustra os dados.

Tabela 13 – O consumo *per capita* aparente de alguns metais e ligas

Metal	2009 (kg)	2010 (kg)	2011 (kg)
Aço (bruto)	109,0	152,0	145,0
Aço (Inox)	1,4	1,9	1,8
Ferroligas	1,8	3,6	3,3

Fonte: Adaptado de MME, 2012a, p. 25.

Quanto ao consumo *per capita* de produtos de aço no Brasil, em 2011, a média nacional foi de 192 kg/hab. No entanto, a média por região é diferente, pois os índices são proporcionais ao desenvolvimento econômico de cada uma delas, como mostra a Tabela 14, a seguir.

Tabela 14 – O consumo *per capita* de produtos de aço por região

	Sul	Sudeste	Centro-oeste	Nordeste	Norte	Brasil
Consumo de produtos de aço (kg/hab)	184,5	207,6	58	35,3	26,7	192

Fonte: Fonte: Adaptado de MME, 2012a, p. 25.

A obtenção do aço se dá através de usinas siderúrgicas. Essas podem ser divididas em dois grupos: *As integradas* e a *semi-integradas*. As primeiras são aquelas que obtêm o aço a partir de matérias-primas virgens, ao passo que a segundas se utilizam de sucatas de ferro e aço – por conta disso, elas serão abordadas posteriormente. Os aços planos são chapas finas, tiras e placas, ao passo que os não-planos, ou longos, são barras, perfis, fio máquina, vergalhões, arames e tubos sem costura. “*Excetuando-se a Usina de Ouro Branco, da Gerdau Açominas, todas as usinas integradas produzem produtos planos. Nas semi-integradas, todas as usinas brasileiras produzem produtos não-planos*” (SUSAKI, 2009, p. 9).

8.1 Usinas Integradas

No Brasil, cerca de 77% do aço provém da rota integrada, ou seja, de matérias-primas virgens. A primeira etapa para a produção do aço é a transformação do minério de ferro em metal líquido, conhecida como redução. No

Brasil, existem três rotas tecnológicas, cuja diferença se dá, basicamente, pelo combustível utilizado, que pode ser carvão mineral, carvão vegetal ou gás (natural ou GLP). No entanto, existe apenas uma usina a gás no Brasil, o que permite, com o intuito de não prolongar por demais a questão, a sua desconsideração.

Portanto, para a produção do aço se faz necessária a utilização de três matérias-primas básicas: Ferro, carvão (mineral ou vegetal) e carbonato de cálcio, além de água e energia.

a) O minério de ferro

O ciclo do aço começa pela extração do minério de ferro, um dos elementos mais abundantes da crosta terrestre. O Brasil destaca-se internacionalmente quando a questão é abundância e qualidade deste mineral. *“As reservas medidas e indicadas de Minério de Ferro no Brasil alcançam 29 bilhões de toneladas, situando o País em quarto lugar em relação às reservas mundiais, de 160 bilhões de toneladas” (IBRAN, 2011, p. 1).*

Para elaboração do Plano Nacional de Mineração 2030, o Ministério de Minas e Energia, contratou, por intermédio do Banco Mundial (Projeto Estal – Projeto de assistência técnica ao setor de energia), estudos sobre a situação do setor de mineração brasileiro, o que resultou em 84 relatórios publicados em 2009 – cada um com assunto específico. De acordo com Relatório Técnico 18, *“A indicação das reservas lavráveis, contempla Minas Gerais com 9,5 bilhões e Pará com 1,2 bilhões de toneladas, junto com Mato Grosso do Sul com 710 milhões” (QUARESMA, 2009a, p. 3).* Recentemente essas reservas obtiveram um acréscimo, depois que *“O governo do estado de Mato Grosso divulgou (...) a existência de reservas de 11,5 bilhões de toneladas de minério de ferro em Mirassol D’Oeste”.* (Jornal Correio do Estado, 2010). Com as novas reservas, o total projetado salta para 40,5 bilhões de toneladas.

Quanto à qualidade dessas minas, os teores de pureza são altos. *“Os minérios de ferro brasileiros são na maioria hematíticos com altos teores de Fe (até 70%) e pouca ganga”.* (TAKANO, 2007, p. 22). Por conta disso, estudo publicado pela Associação Brasileira de Metalurgia e Metais (ABM) é enfático ao afirmar que: *“A siderurgia brasileira estará garantida no suprimento do melhor minério de ferro e pelotas existentes no mercado mundial.”* (ABM, 2008, p. 3).

O mesmo relatório da ABM faz um alerta sobre o ritmo em que as reservas de ferro estavam sendo exploradas:

As reservas de minérios de ferro serão extintas em 20 anos. Com a grande expansão da produção de aço na China, e conseqüentemente demanda de minério de ferro, o nível de produção dos principais países exportadores — Brasil e Austrália, principalmente — cresceu em ritmo muito grande, de forma a estabilizar o mercado. As reservas conhecidas e declaradas nesses países, e as caracterizadas como medida + indicada, são suficientes para suportar as operações de produção, no horizonte dos próximos 20 anos. (ABM, 2008, p. 5).

O *Relatório Técnico 18* também compartilha preocupação em relação ao tema. Ele faz menção à previsão de exaustão das minas, mas de uma forma mais detalhada.

Estas reservas confrontadas com a produção de 2005 destes Estados, mostram um horizonte de exaustão de 32 anos em Minas Gerais, 142 anos no Mato Grosso do Sul e 15 anos para o Pará. Portanto, nos dois grandes Estados produtores (MG e PA), as reservas não são muito confortáveis para suportar um aumento de produção para os próximos anos até 2030. (QUARESMA, 2009, p. 3).

Em termos de produção, em 2011 o Brasil exportou cerca de 330 milhões de toneladas de minério de ferro bruto e mais 56 Mt de pelotas. Em termos de consumo interno, foram 123,3 Mt. (DNPM, 2012, p.71).

b) Coque de Carvão

Para se produzir uma tonelada de aço são necessários 358,6 kg de coque. (IPEA, 2010, p. 55). A produção de coque para obtenção do aço, no Brasil, utiliza-se de duas matérias-primas principais: o carvão mineral e o carvão vegetal.

O Brasil não faz a exploração de carvão siderúrgico em seu território, por isso ele precisa importar. Atualmente “*Os maiores produtores são China, Estados Unidos, Rússia e Austrália, sendo este o maior exportador de carvão para o mundo*”.(ABM, 2008, p. 9).

No primeiro semestre de 2013, o carvão mineral (antracito) ficou em segundo lugar na quantidade de minerais brutos, correspondendo a quase 35% das importações, como mostra a Figura 26. Ele foi originado, principalmente, do Canadá.

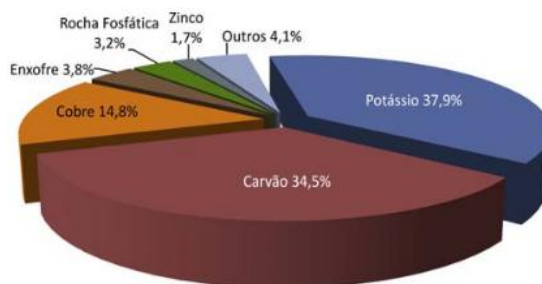


Figura 26 - Distribuição das importações minerais brasileiras 1º/2013

Fonte: DNPM, 2013, p. 4

Em relação ao *carvão vegetal*, de acordo com a *Relatório de Sustentabilidade 2013*, do Instituto Aço Brasil, em 2012 foram consumidas 1,5 milhão de toneladas para produzir 10% da produção nacional de aço bruto. Segundo o mesmo documento, 86% da celulose foi proveniente de florestas plantadas de propriedade das próprias companhias siderúrgicas, 10% de cultivos arbóreos de terceiros e os 4% restantes de resíduos florestais legalizados – como ilustra a Figura abaixo.

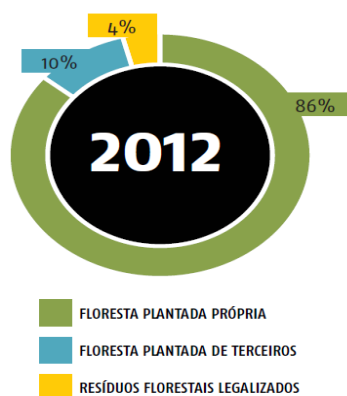


Figura 27 – Procedência do carvão vegetal utilizado

Fonte: IAB, 2013, p. 25.

c) Calcário

De acordo com o último Anuário Mineral Brasileiro disponível, em 2009, somente as reservas lavráveis de calcário brasileiras ultrapassavam 25,3 bilhões de toneladas. (DNPM, 2010). Essa grande oferta torna o seu preço baixo. Neste mesmo ano, o preço médio praticado no mercado era:

[...] apenas R\$5,39 por tonelada (produção bruta), a R\$11,31 por tonelada (produção beneficiada), o que implica que os custos de logística, comercialização e outros, são especialmente importantes em relação ao calcário. (SILVA, 2009, p. 6).

O calcário é utilizado na siderurgia, ainda no processo de beneficiamento do ferro. O processo de calcinação é realizado para a eliminação de algumas impurezas relativas a hidratos e outros carbonatos indesejados. Trata-se de um processo que exige fornecimento de energia em grande quantidade, pois necessita de altas temperaturas, “(...) *normalmente de 600°C a 1.100°C*”. (TAKANO, 2007, p. 36).

O calcário também está presente na produção de aço nas usinas siderúrgicas, tanto integradas como nas semi-integradas (que serão abordadas posteriormente).

Para o caso das integradas, o ferro e o coque contêm impurezas (como enxofre, cobre, arsênio, fósforo, dentre outros), que precisam ser retiradas. Do contrário, as qualidades técnicas e mecânicas do aço ficam comprometidas. Para isso, são utilizados, principalmente, carbonatos¹⁰. Ele retira as impurezas através da formação da escória. Em média, para cada tonelada de aço são necessários 166,67 kg de calcário. (IPEA, 2010, p. 55).

d) Sucata

A sucata, usada nas usinas integradas, serve para a diminuição da necessidade de temperaturas e, por consequência, a diminuição do consumo de energia e coque. Nas usinas integradas, boa parte dela é proveniente do próprio processo de produção de aço bruto.

A geração de sucata interna na siderurgia depende basicamente do grau de integração da usina a jusante da produção do aço. No caso brasileiro, em que significativa parcela do *out-put* das usinas é de semi-acabados (placas e tarugos para exportação), a sucata gerada é da ordem de 10% da produção de aço bruto (média setorial). (FILHO & SETEPLA, 2008, p. 8).

Outra fonte desta matéria-prima são as indústrias que fazem a transformação do aço em produtos finais, ou seja, são sucatas geradas a partir de processos pré-consumo e que, por conta disso, “(...) *normalmente não contêm*

¹⁰Existem outros materiais químicos, mas em quantidades diminutas.

impurezas indesejáveis, a menos sucatas das sucatas geradas de aços especiais (...).” (TAKANO, 2007, p. 24).

A tabela abaixo demonstra os principais setores que consomem aço e a quantidade de resíduos gerada, fazendo uma comparação com as médias mundiais. Com o auxílio da Tabela 15, nota-se que as indústrias brasileiras, com exceção do setor de construção civil, possuem médias de desperdícios mais altas que as mundiais.

Tabela 15 – Produção média de sucata de aço por setor

Perfil setorial do consumo de aço	Brasil	Mundo	Perdas no Processo
Setor automotivo, de utilidades domésticas e embalagens	39,1%	31,6%	30% – 20%
Setor de fabricação de equipamentos, inclusive veículos pesados	25,3%	24,5%	15%
Setor de construção civil, fabricação de tubos e perfis, inclusive	35,6%	43,9%	4%
Total	100%	100%	
Índice geração de sucata industrial em % do consumo de aço	15,8%	14%	

Fonte: FILHO, 2008, p.9

e) Água

A água está presente em todas as fases do processo de beneficiamento. Ela é utilizada na extração dos minérios – algumas empresas, objetivando diminuir a produção de poeira e particulados, procuram deixar as vias de acesso às minas molhadas – e também no beneficiamento – antes de ir para os altos-fornos, os minérios de ferro precisam ser transformados em sinter ou pelotas.

Ela também estará presente na refrigeração dos maquinários (alto-forno, máquinas que transformam o aço bruto nos produtos acabados e semiacabados) que serão utilizados pelos setores de consumo final.

[...] a água possui papel fundamental como fluido de refrigeração e transporte de energia, em sistemas de controle ambiental e tratamento superficial de aço em diversos equipamentos siderúrgicos, como: altos-fornos (*coopercoolingstaves*, canais de refrigeração, granulação de escória e sistema de lavagem de gases), coqueria (sistema de apagamento a úmido coque), pátios de matérias-primas (drenagem superficial e controle ambiental); conversores a oxigênio (lança de oxigênio, sistemas de refrigeração das carcaças metálicas, sistema de lavagem de gases);

lingotamento contínuo (molde e sistema de resfriamento secundário); laminações a quente e a frio (laminadores e decapagem). (SILVA, 2007, p. 371).

Segundo BOSON (2008) *“A utilização de água no processo siderúrgico é na ordem de 100-200 m³ por tonelada de aço produzido, suprida, principalmente, pela captação direta em cursos de água próximos às unidades industriais.”* (BOSON, 2008, p. 20-21). Em outras palavras, para cada tonelada de aço são necessárias, em média, 150 mil litros de água. Para efeitos de comparação, em 2011, *“O consumo médio de água no Brasil, envolvendo os setores comercial, residencial, público e industrial, está estabilizado na faixa de 150 litros por habitante/dia.”* (Agencia Brasil, 2011).

Buscando diminuir custos e aumentar suas credibilidades por uma produção ambientalmente correta, as empresas do setor têm buscado diminuir ao máximo a captação de água através da recirculação da água dentro das linhas de produção. De acordo com o Instituto Aço Brasil, obedecendo às tendências anuais, a recirculação de água foi de 4,74 milhões de m³, correspondendo a 96,5% da água doce¹¹. (IAB, 2013, p. 80).

f) Energia elétrica

O Relatório de Sustentabilidade 2013 do Instituto Aço Brasil não coloca, em parte alguma, o quanto foi consumido pelo setor em 2012 – o que ele dispõem são informações que buscam dissimular o leitor, fazendo análises apenas sobre as fontes de energia que a indústria siderúrgica usou.

Sabe-se que a siderurgia (ferro-gusa, aço e ferro-ligas) é uma grande consumidora de energia. Para fins comparativos, em 2011, ela consumiu 31,87 mil GW/h de energia, o que representou 41,3% de todo setor metalúrgico.

Em 2011 foram produzidas 853.949 mil toneladas de ferro-ligas, 33.416 mil toneladas de ferro-gusa e 35.220 milhões de toneladas de aço. Somando-se o total produzido (69.489.949 de toneladas), pelo total de energia que foi consumido pelas siderúrgicas, conclui-se que o consumo médio do setor foi de 0,31 MWh por tonelada. (MME, 2013). Os relatórios anteriores mostram que o consumo energético

¹¹ Não há informações sobre a água salgada.

tem se mostrado moderadamente constante, o que significa que em 2012 esse índice provavelmente se manteve estável ou pouco variou.

Importante salientar que com os dados disponíveis, tanto pelo MME quanto pelo IAB, não é possível determinar os benefícios da redução de consumo de energia pela reciclagem do aço, pois nenhum deles dispõe sobre as quantidades exatas do que foi reciclado e do que foi consumido de energia por cada uma das linhas produtivas. Por conta disso, optou-se por utilizar a média calculada por IPEA (2010), cujo valor é de 0,15 MWh/t.

O *Relatório de Sustentabilidade 2013*, do Instituto Aço Brasil não aborda qual o consumo de energia elétrica e de água da indústria siderúrgica no ano de 2012. Ao invés disso, traz apenas informações evasivas sobre o quanto de água doce foi recirculado nas instalações e informações sobre a origem da matriz energética do setor. O documento que poderia trazer informações precisas sobre o assunto, ou seja, o *Anuário do Setor Metalúrgico*, elaborado pelo MME e pelo MMA, não foi publicado até novembro de 2013.

Como parâmetro, decidiu-se utilizar as informações dispostas em IPEA (2010). De acordo com o *Anexo 1* do documento, para se produzir uma tonelada de aço a partir de minério de ferro são consumidas 0,15 MWh/t e são necessário 13,4 m³ de água. (IPEA, 2010, p. 55). Tem-se, portanto, que a indústria siderúrgica brasileira consumiu 3,75 GWh e 335 milhões de m³ de água.

Em relação ao mercado, em 2012 o setor que mais consumiu aço no Brasil foi a construção civil (35,4%), seguido pelo automotivo (24,7%) e, em terceiro lugar, o setor produtivo de bens de capital (20,7%). O setor de embalagens consumiu apenas 3,1% do aço produzido (Figura 28), no entanto este último, juntamente com o setor de utilidades comerciais, são os que possuem a menor vida útil.

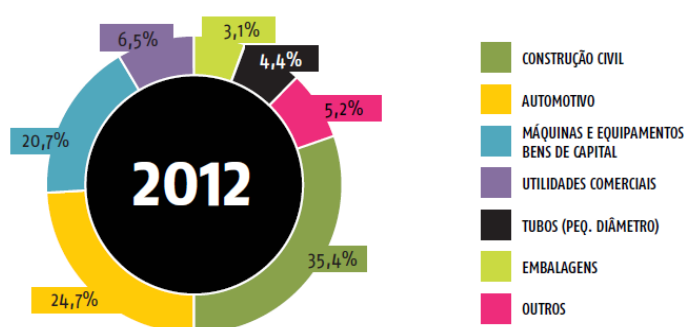


Figura 28 – Distribuição setorial do consumo de produtos siderúrgicos

Fonte: IAB, 2013, p. 16

Claramente, existem outras siderúrgicas independentes. A Figura 29, ilustra a distribuição do parque produtor e as respectivas unidades produtoras. (IAB, 2013).

Os Estados que possuem indústrias associadas ao IAB participaram, em 2012, com a seguinte percentagem da produção nacional: Rio Grande do Sul - 2,3%, Paraná - 1%, São Paulo - 15,9%, Rio de Janeiro - 28,3%, Espírito Santo -16,6%, Minas Gerais - 33,2%, Bahia - 0,9%, Pernambuco - 0,7%, Ceará - 0,4% e Pará - 0,7%. Evidentemente, existem outras empresas, mas não associadas. A Figura 29, ilustra a distribuição do parque produtor e as respectivas unidades produtoras. (IAB; ITAÚ, 2013)



Figura 29 – Mapa do parque produtivo de aço no Brasil
Fonte: IAB & CNI, 2012, p. 12.

8.2 A obtenção de aço a partir da reciclagem

As usinas semi-integradas utilizam, como matéria-prima básica, a sucata de aço e ferro adquirida de terceiros. Em 2011 elas representaram 23% da produção de aço nacional.

As sucatas são armazenadas nos pátios, de acordo com suas características, como ferro fundido (sucata pesada), separados dos derivados de aço (sucata leve), dentre outras subdivisões.

Ao iniciar o processo de reciclagem, elas são colocadas em esteiras que transportam as matérias-primas até o forno elétrico a arco (FEA), onde será misturado com derivados do calcário, ferro-gusa e outros insumos em menor quantidade. A quantidade média de ferro-gusa no FEA é de 300 kg/t e de cal é de 36kg/t. (SUSAKI, 2008, p. 15).

O forno é, então, fechado e o arco elétrico introduzido em meio a carga, iniciando-se o processo de fusão. As temperaturas, no interior do recipiente, chegam a mais de 1500°C e o resultado é aço em forma líquida. Após, este material é encaminhado para o forno panela, onde sofre o processo denominado refino secundário. (MOURÃO, 2007).

Em 2011, de acordo com o Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico: “*Para o aço, considerou-se a sucata adquirida pelas usinas siderúrgicas (10 Mt), o que resultou no índice de reciclagem de 29%.*” (MME, 2012a, p. 24).

8.3 Os benefícios da Reciclagem

O aço, assim como o vidro e o alumínio, em condições adequadas, pode ser reciclado inúmeras vezes, sem perder índices de qualidade. (CALDERONI, 2003). Os benefícios da reciclagem do aço são diversos. No entanto, ele ainda não é totalmente independente da extração de matérias-primas virgens, como no caso do alumínio, porém, diminui drasticamente o uso destas.

Os benefícios da reciclagem do aço – assim como todos os outros materiais – estão associados à diminuição do consumo de matérias-primas e insumos. O primeiro deles é a quase independência da extração de minério de ferro e, por efeito dominó, a necessidade da produção de coque a partir de combustíveis fósseis ou de carvão vegetal. Dessa forma, há uma diminuição das emissões atmosféricas, da

produção de ganga e de efluentes. Também, há redução na demanda por novas áreas para cultivos arbóreos/desmatamento de florestas nativas. Se, para produzir uma tonelada de aço bruto são necessárias 1,5 toneladas de minério de ferro, quando sua origem é a sucata, são necessários apenas 450 kg, que serão transformados em 300 kg de ferro-gusa, representando economia de 1,05 t.

A reciclagem também poupa calcário: para a produção integrada são necessários 166,67 kg/t. Para a fabricação dos 300 kg de ferro-gusa são necessários apenas 50 kg e, durante o processo de fusão no forno-panela, serão adicionados 36 kg/t (SUZAKI, 2008, p.15). Obtém-se uma redução de quase 50%.

As demandas por carvão, também, diminuem drasticamente, pois ele é usado apenas na fabricação de ferro-gusa. Em torno de 75% do que entra na coqueria é transformado em coque. Considerando-se isso, para se obter os 107,58 kg de coque necessários para redução do minério se fazem necessários apenas 227,44 kg de carvão, uma redução de 530 kg de carvão.

Em relação ao consumo de água, há uma redução de 62,7%. Enquanto, as usinas integradas utilizam 13,4 mil litros/t, as semi-integradas utilizam 8,4 mil litros/t. (IPEA, 2010, p. 56).

O único insumo, cujo consumo aumenta é a energia elétrica. Enquanto, o aço bruto precisa de 0,15 MWh/t, o equivalente reciclado necessita de 0,69 MWh/t. Esta diferença, no entanto, se explica pelo uso do coque na produção de calor nos altos-fornos. Se, em seu lugar fosse utilizada energia elétrica, o consumo seria astronômico, havendo duas consequências drásticas: uma demanda muito maior por energia e a ascensão dos preços do aço. A Tabela 16, a seguir, faz a comparação numérica dos dados citados.

Tabela 16 – Diferenças no consumo de matérias-primas em usinas integradas e semi-integradas

Material	Integrada	Semi-integrada	Economia	%
	Quantidade/t			
Minério de ferro	1.500,00 kg	450,00 kg	1.050,00 kg	70,0
Carvão	758,14 kg	358,00 kg	530,70 kg	70,0
Coque	358,60 kg	107,58 kg	251,02 kg	70,0
Calcário	166,67 kg	86,00 kg	80,67 kg	48,4
Energia	0,15 MWh	0,69 MWh	-0,54MWh	-360,0
Água	13,4 m ³	8,4 m ³	6 m ³	62,7

Fonte: IPEA, 2010, p. 55 & SUZAKI, 2008, p. 15

É possível concluir, portanto, que se não fossem as 10 milhões de toneladas recicladas em 2012, seriam necessárias, aproximadamente, 10,5 milhões de toneladas de ferro; 5,3 milhões de toneladas de carvão; 2,51 milhões, 806 mil toneladas de calcário e 60 milhões de metros cúbicos de água.

A Figura 30 ilustra o esquema de produção do aço em usinas integradas e semi-integradas. O ponto e a flecha em vermelho foram inseridos na imagem para deixar nítida a origem do ferro-gusa necessário para a reciclagem do aço. É preciso salientar que existe a possibilidade da fabricação de aço somente a partir de sucata e calcário, mas com qualidades menores.



Figura 30 – Processo integrado e semi-integrado de produção de aço e seus produtos

Fonte: Adaptado de Gerdau, 2013

Com o breve entendimento dos mecanismos de produção e reciclagem do aço, observa-se a possibilidade da mensuração dos benefícios ambientais proporcionados pela reintrodução de sucatas ferrosas no ciclo produtivo, a partir da cidade de Pelotas.

8.4 A reciclagem da sucata de aço em Pelotas-RS

De acordo com as entrevistas, a média mensal de reciclagem ultrapassa 870 toneladas/mês. A origem deste material é diversa. Os compradores estabelecem relações com sucateiros menores de todas as cidades em direção ao Uruguai, tanto

pelo eixo BR-116, (Capão do Leão, Cerrito, Pedro Osório, Arroio Grande e Jaguarão), quanto pelo eixo sul (Rio Grande, Santa Vitória do Palmar e Chuí). Os mesmos compradores também possuem relações com compradores de outras cidades pequenas das redondezas, como Canguçu, Turuçu, etc.

Quanto à produção de sucata, Pelotas está em meio à região produtora de arroz, o que significa grande disponibilidade de maquinário obsoleto. Há, também, a questão do ponto estratégico em relação ao porto de Rio Grande e às transportadoras de mercadorias sediadas nessas duas cidades. Este fato implica na existência de oficinas mecânicas de caminhões e outros veículos pesados, as quais, segundo entrevistados, são grandes fornecedoras de materiais ferrosos, especialmente de ferros fundidos.

Para o caso do Rio Grande do Sul existem duas usinas semi-integradas que realizam a reciclagem de aço – uma no município de Charqueadas e outra em Sapucaia do Sul (região metropolitana de Porto Alegre). Ambas pertencem ao mesmo grupo econômico, o que leva à situação de monopólio, na medida em que o transporte das sucatas para outros Estados do país implicaria na cobrança do Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICMS), o que inviabiliza, com os atuais preços pagos, a sua exportação.

Em termos de benefícios ambientais – além da inibição da produção de uma série de gases, efluentes e escórias –, a reciclagem do aço, promovida pelos catadores e sucateiros de Pelotas, gerou a economia de 1,66 mil toneladas de matérias primas, 5,2 mil metros cúbicos de água. A Tabela 17 demonstra o cálculo.

Tabela 17 – Os benefícios da reciclagem do aço em Pelotas-RS

Material	Quantidade	Un.
Minério de ferro	913,50	t
Carvão	461,71	t
Coque	218,39	t
Calcário	70,18	t
Energia	-469,80	MWh
Água	5200,00	m ³

Fonte: MME, 2012a; IPEA, 2010; entrevistas com sucateiros.

Ao se cruzar os benefícios acima citados, com os dados compilados pelo IPEA (2010), mantendo-se os preços médios de coleta e destinação final, os

serviços ambientais da cidade de Pelotas aproximam-se de R\$ 450 mil por mês, como mostra a Tabela 18.

Tabela 18 – Os benefícios ambientais da reciclagem do aço em Pelotas-RS

Benefícios relacionados ao processo produtivo		Benefícios (custos evitados) associados à gestão de resíduos sólidos	Benefícios totais	Qtde. reciclada	Benefício Gerado
(R\$/t)		(R\$/t)	(R\$/t)	(t)	(R\$)
Benefícios econômicos	Benefícios Ambientais	Coleta + Disposição final	(Benefício econômico + custos evitados)		
127	74	158,53	424,53	1.050,7	446.053,67

Fonte: Adaptado de IPEA, 2010, p. 12

A cidade de Pelotas, em função de seu porte populacional e econômico, executa papel de centro distribuidor local. No mercado da reciclagem a situação não muda. Os compradores de sucata pelotenses estabelecem relações comerciais, direta e indiretamente, com quase todos os municípios que compõem a Associação dos Municípios da Zona Sul (AZONASUL), principalmente em função do porte populacional da cidade. Quanto maior a população, maior o consumo e, conseqüentemente, o descarte de sucatas ferrosas. Em municípios de população reduzida não há o descarte em quantidades suficientes para que os sucateiros tenham capacidade de tornarem-se fornecedores diretos para a empresas recicladoras.

Em 2013, o índice populacional da AZONASUL era de 891.703 habitantes. Pelotas contava com 341.180 habitantes, ou 39,13% da população da Associação. O segundo município, em índice populacional, é Rio Grande, com 206.161 habitantes. Este último, em função de seu porte e posição geográfica, estabelece relações comerciais com os municípios de São José do Norte e, em parte, com Chuí e Santa Vitória do Palmar¹². Quase todos os sucateiros dos municípios restantes negociam com empresários pelotenses.

Quando se exclui o índice populacional das quatro cidades anteriormente citadas, Pelotas passa a representar 55% dos municípios restantes. Logo, considerando o aporte econômico e populacional de Pelotas e os dados passados pelos compradores, estima-se que, ao menos, 55% do que é coletado e enviado

¹² Em parte porque empreendedores disseram comprar desses municípios, mas que a maior parte do que é produzido nessas cidades é encaminhado para o mercado rio-grandino.

para reciclagem em Pelotas seja proveniente da própria cidade, ou seja, 578 toneladas. As entrevistas também permitiram considerar que no mínimo 40% (231 toneladas) dessa produção, por conta de seus pequenos pesos e volumes, estariam dispostas para coleta pelos serviços de limpeza pública da cidade. Ademais, a coleta seletiva pública é responsável por reintroduzir 5,6 toneladas de metais ferrosos, restando cerca de 225,4 toneladas. Ao se considerar a média dos preços das coletas “orgânicas”, feita por R\$ 158,53/t, temos a redução de R\$ 35.733 em seus custos – quando mais não seja.

Tabela 19 – Os benefícios da reciclagem de aço para a gestão pública de Resíduos Sólidos em Pelotas-RS

Benefícios (custos evitados) associados à gestão de resíduos sólidos: Coleta + Disposição Final	Quantidade estimada de aço desviada dos serviços de coleta não-seletiva em Pelotas	Total economizado
(R\$/t)	(t)	R\$
158,53	225,4	35.733

Fonte: SANEP e entrevistas com sucateiros pelotenses.

As 347 toneladas restantes são provenientes, principalmente, de bens de capital – peças de veículos de grande porte (caminhões, ônibus, etc.), latarias de veículos, maquinário industrial obsoleto, vigas e cabos retirados de resíduos da construção civil, dentre outras fontes. Se não fosse pela reciclagem, os custos destes, pela destinação dos materiais, recairiam sobre os próprios geradores que, por se recusarem a pagar, poderiam destiná-los de forma ambientalmente incorreta.

A redução do consumo de matérias-primas proporcionadas pelo aço é bem semelhante à redução que a reciclagem do alumínio proporciona, porém o último, apesar de mais leve, produz impactos ambientais ainda maiores, como serão mostrados no próximo capítulo.

9. ALUMÍNIO

O alumínio é um metal leve e resistente, de aspecto cinza prateado e fosco, devido à fina camada de oxidação que se forma rapidamente quando exposto ao ar. Ele não é tóxico, nem magnético e não cria faíscas quando exposto ao atrito, o que assegura grandes vantagens para seu uso como recipiente. Sua atração também relaciona-se à possibilidade de ser reciclado infinitas vezes, sem perda de qualidade.

A produção do alumínio se dá a partir de diversas etapas: Primeiro extrai-se a bauxita do solo, posteriormente, esta é processada para obter-se a alumina. Esta, submetida a outro tipo de beneficiamento, leva ao alumínio primário.

Na construção civil suas ligas são usadas, em alguns casos, em substituição ao ferro, ao aço e à madeira. Quanto às indústrias de embalagens, é utilizado em estado puro como armazenador de alimentos (latinhas de bebidas, por exemplo), ou como camada para isolamento térmico e luminoso (caixinhas longa vida). Este metal também é usado na fabricação de eletrodomésticos, celulares, computadores, na indústria de cerâmica (painéis, vasos etc.). “*O expressivo aumento no consumo de alumínio mostra o quanto o metal é importante na indústria moderna. É hoje o mais consumido dos metais não ferrosos.*” (MÁRTIRES, 2010, p. 182).

Sua demanda no mercado mundial ficou atrás, apenas, do ferro. Isso ocorre devido à existência, em várias partes do mundo, de jazidas de grande porte, assim como “*(...) às suas propriedades, das quais as mais apreciadas pelos consumidores são: baixa densidade relativa, alta resistência à oxidação, facilidade de trabalhar e alta reciclabilidade sem perda das propriedades físico-químicas.*” (MÁRTIRES, 2010, p. 178)

A atual produção mundial de alumínio supera a soma de todos os outros metais não ferrosos. China, Rússia, EUA, Canadá, Austrália e Brasil são os maiores produtores de alumínio primário. No entanto, EUA, Canadá e Rússia não dispõem de jazidas de bauxita nos seus territórios, ao passo que a China não é autossuficiente. Por isso, as refinarias destas nações são dependentes dos países que detêm essas reservas. No ranking das reservas mundiais, o Brasil ocupa posição de destaque, junto com a Austrália, Guiné, a China e a Jamaica.

Entende-se, assim, por que o alumínio tem se mostrado como um dos metais mais procurados no mercado mundial. Em termos de produção, as riquezas

geradas pelo setor, no Brasil, equivalem a 3,1% do Produto Interno Bruto Industrial, valor equivalente a US\$ 14,7 bilhões, empregando mais de 69 mil pessoas. (ABAL, 2011).

As minas brasileiras estão nos estados de MG e PA, sendo a última muito usada para a atividade de exportação de minério bruto. Em relação às usinas fabricantes de alumina, elas estão presentes nos estados de PA, MA, MG e SP. Já as unidades transformadoras de alumínio estão distribuídas na maioria dos estados do leste brasileiro – Figura 31.

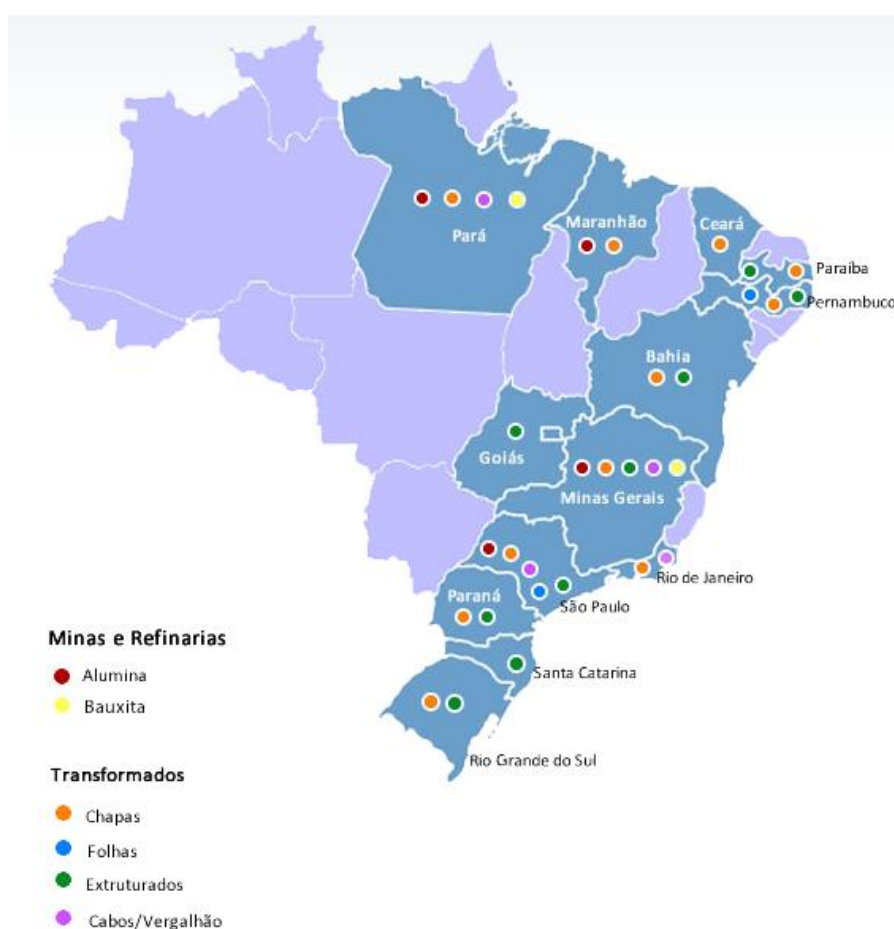


Figura 31 – Mapa de atuação da indústria do alumínio

Fonte: ABAL, 2013

Para compreender os benefícios ambientais proporcionados pela reciclagem, observa-se como indispensável uma breve descrição do processo de produção primário.

9.1 O processo de produção do alumínio

A primeira fase do processo é a extração de bauxita. De acordo com IPEA (2010), para se produzir uma tonelada de alumínio primário são necessárias 10 toneladas de bauxita.

Para a obtenção da alumina, produto anterior ao alumínio, é necessária a redução da bauxita. O primeiro processo é a mistura da bauxita com a soda cáustica, de forma a obter-se uma pasta. O próximo passo é o processo de redução, no qual a pasta será misturada com outros insumos químicos e submetida à temperaturas que podem chegar à 1.200°C. Para atingir tal temperatura, as indústrias se utilizam de coque de petróleo, a um consumo médio de 364,6 kg/tonelada de alumina. Após isso, o produto obtido é submetido ao processo de eletrólise, que resulta em alumínio puro. (QUARESMA, 2009b).

A quantidade de bauxita necessária para se produzir uma tonelada de alumina vai depender do nível de impurezas encontradas no minério, podendo variar de 1,85 a 3,4 toneladas. Durante as diferentes fases do beneficiamento, há o consumo de cal, soda cáustica, óleo combustível, floculante sintético e água (na forma de vapor ou líquida). Durante todas essas fases há intenso consumo de energia elétrica e água, sendo 15,63 MWh e 31,15 m³, respectivamente. Ainda há o consumo de 618,17 kg de óleo combustível. (QUARESMA, 2009b, p. 18 & IPEA, 2010).

O processo Bayer resulta, como resíduo (ganga), uma lama vermelha tóxica, com altas concentrações de metais pesados. No Brasil não existem dados sobre a produção desse resíduo. No entanto, considerando os dados revisados (SILVA FILHO; ALVES & MOTTA SOBRINHO, 2007) para cada tonelada de alumina produzida, produz-se entre uma e duas toneladas de lama, podendo chegar até as 2,5 toneladas quando a bauxita utilizada é de menor qualidade.

Em decorrência dos processos de transformação da bauxita em alumínio e da variedade de produtos químicos consumidos, são gerados grandes passivos ambientais. Dentro dos 3,34 m³ de efluentes gerados por tonelada de alumínio, existem fluoretos e sólidos suspensos. As indústrias também expõem cerca de 550 kg/t de CO₂, além de fluoretos, PFCs, poeira e SO₂. (IPEA, 2010, p. 56).

Essas indústrias, além da agressividade ao ambiente, também geram grande impactos sociais negativos nos locais onde se instalam. Na reportagem

“*Indústria do alumínio: A floresta virada em pó*”, publicada por Bruna Engel, no site Carta Maior, a autora relata as implicações da exploração e produção de alumínio nos Estados do Pará e Maranhão. (CARTA MAIOR, 2013).

9.2 A reciclagem do alumínio

No caso particular do alumínio, as latinhas de refrescos têm um grande consumo e um curtíssimo tempo de vida útil, conseqüentemente, elas possuem um grande descarte. Por conta de sua abundância, em meio aos resíduos sólidos do Brasil, e o florescimento da questão ambiental nas últimas décadas:

A reciclagem da lata de alumínio, que começou em 1991 como um lance de marketing da Latasa, transformou-se (...) num negócio lucrativo para a empresa, que consegue redução de 8% a 14% da chapa de alumínio feita com material reutilizado. (...) Por isso a empresa resolveu fazer uma fábrica em Pindamonhangaba exclusivamente para reciclagem, próximo à fábrica da Alcan, que fornece chapas de alumínio para a Latasa. (Folha de S. Paulo, dia 3/04/1995, apud RODRIGUES, 1998, p. 158).

Atualmente, o Brasil é líder mundial em reciclagem de *latas* de alumínio. Todavia, muitas vezes, dependendo dos autores e de seus interesses (ou desconhecimentos), é anunciado que o País possui o título liderança mundial em reciclagem do alumínio em si. Como admite a própria Associação Brasileira do Alumínio:

Em 2011, o país reciclou 511 mil toneladas de alumínio. A relação entre este volume e o consumo doméstico de alumínio indica um percentual de 35,2%, que é superior à média mundial de 28,3% (base 2010). Desse total reciclado, 248,7 mil toneladas referem-se à sucata de latas de alumínio para bebidas, o que corresponde a 98,3% do total de embalagens consumidas em 2011, índice que mantém o Brasil na liderança mundial desde 2001. (ABAL, 2013a).

Todavia, as embalagens de alumínio representavam, em 2010, apenas 29,8% das aplicações do metal no Brasil. O restante estava distribuído no setor de transportes (21,53%), construção civil (13,8%), bens de consumo (11,5%), dentre outros. Os detalhes podem ser visualizados na Figura 32.

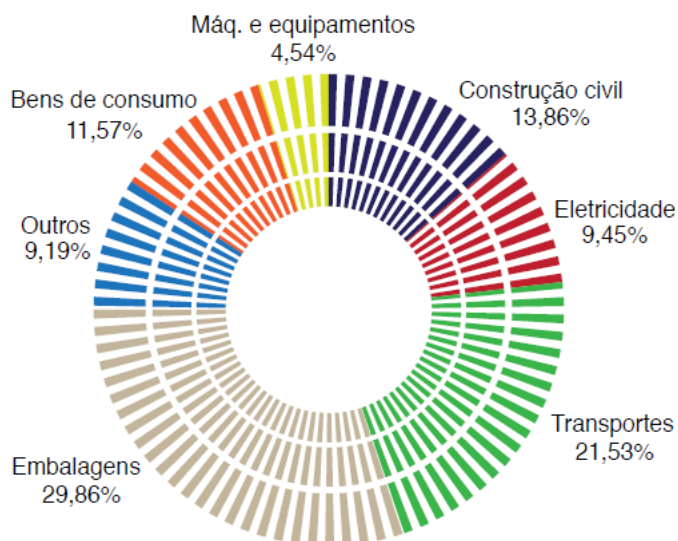


Figura 32 – Consumo Doméstico de Produtos Transformados de Alumínio por Setor em 2010

Fonte: ABRELPE, 2012, p. 99

O corte na cadeia de produção proporciona diversos benefícios para as indústrias e para o ambiente. Como o alumínio, que volta às linhas de produção, só precisa ser derretido para gerar novos produtos, há uma grande economia de mão de obra, energia e outros insumos. Como mostra CALDERONI (2003):

A economia de energia proporcionada pela reciclagem da lata de alumínio é muito elevada. Alcança 95% do total requerido para a produção a partir de matéria-prima virgem: com a reciclagem, o consumo de energia cai para apenas 700 kWh por tonelada. (CALDERONI, 2003, p. 179)

A atividade da reciclagem do alumínio em Pelotas atinge altas taxas, o que implica em consideráveis benefícios ambientais, como será mostrado a seguir.

9.3 A reciclagem do alumínio em Pelotas-RS

A reciclagem de uma tonelada de alumínio consome 12,46 m³ de água e apenas 0,7 MWh de energia – valores excepcionalmente menores, se comparados com a produção a partir de bauxita. (IPEA, 2010).

Para o caso específico da lata de alumínio, em função do seu processo de produção demandar maior consumo de insumos e energia em comparação com um perfil, por exemplo, a atividade de reciclagem gera outras benfeitorias. Ao produzir uma tonelada dessas embalagens, a partir matérias-primas virgens, os gases de

efeito estufa emitidos equivalem à 5,10 CO₂/t. Quando sua origem é reciclada, são emitidas 0,02 CO₂/t, uma redução de 99,6%. A produção de efluentes também apresenta diminuição semelhante, sendo (IPEA, 2010, p. 17).

As entrevistas com os compradores de sucatas de alumínio da cidade revelaram que o mercado pelotense movimentava em torno de 95,7 toneladas de alumínio por mês. É sabido que, tanto as cooperativas quanto os sucateiros, separam os metais entre cinco ou seis tipos diferentes. Isso se deve aos preços pagos. Na segunda quinzena de dezembro de 2013, conforme sítio eletrônico da ABAL, o preço mais baixo eram os pagos pelos blocos e latas soltas (R\$ 3,28/kg), ao passo que o perfil branco possuía o maior valor (R\$ 5,06). Uma variação de R\$ 1,78 que parece pouco, mas que se torna lucrativa na venda dos materiais. Porém, infelizmente, não se teve acesso às percentagens do mercado de Pelotas. A Tabela 20 mostra os tipos e suas respectivas variações de preços.

Tabela 20 – Os tipos de alumínio e os respectivos preços pagos (DEZ/2013)

Tipo de alumínio	R\$/kg
Bloco	3,28
Chaparia	3,81
Latas Prensadas	3,52
Latas Soltas ou Enfardadas	3,28
Panela	4,28
Perfil Branco	5,06
Perfil Misto	4,43

Fonte: ABAL, 2013b.

De acordo com o IPEA (2012), para cada tonelada de alumínio reciclada, são gerados benefícios econômicos e ambientais que totalizam R\$ 3.054,00. Quando multiplicados pela quantidade movimentada pelo mercado da reciclagem em Pelotas-RS, percebe-se que os benefícios relacionados ao processo produtivo é de R\$ 292.267,80. Acrescenta-se ao montante, os custos que são evitados à gestão de resíduos sólidos pela Prefeitura – R\$ 15.171,32. Ao final, os serviços ambientais proporcionados pela reciclagem do metal, na cidade, é de R\$ 307.439,12/mês.

Tabela 21 – Os benefícios ambientais da reciclagem de alumínio em Pelotas-RS

	Benefícios relacionados ao processo produtivo		Benefícios (custos evitados) associados à gestão de resíduos sólidos	Benefícios totais	Benefícios ambientais (indústria, governo federal e preservação)	Benefício Gerado
	(R\$/t)		(R\$/t)	(R\$/t)	R\$/mês	
Material	Benefícios econômicos	Benefícios Ambientais	Coleta + Disposição final	(Benefício econômico + custos evitados)		
Alumínio	2.715	339	158,53	3212,53	292.268,80	307.439,12

Fonte: Adaptado de IPEA, 2010, p. 12

Em relação aos benefícios para o Estado, em escala local, o SANEP deixa de pagar, considerando o preço médio pago pela coleta “orgânica”, R\$ 9.102,00 – um valor relativamente pequeno, se comparado aos demais materiais, porém, incomparável com os benefícios ambientais promovidos.

Tabela 22 – Os benefícios da reciclagem do alumínio para a gestão pública de Resíduos Sólidos em Pelotas-RS

Material	Total reciclado	Produção em Pelotas - Estimativa (60%)	Preço médio pago pela coleta não-seletiva e destinação final	Valor economizado pelo SANEP/Prefeitura
	(t/mês)	(t)	(R\$/t)	(R\$/mês)
Alumínio	95,7	57,42	158,53	9.102,79

Fonte: Adaptado de IPEA, 2010, p. 12

Em termos de impactos agressivos ao ambiente e à sociedade, a produção de alumínio primário tem se mostrado tão maléfica para a preservação da diversidade biológica e cultural, quanto a produção de papéis e papelões, a partir de celulose – tema do próximo capítulo.

10. CELULOSE

A celulose é um polissacarídeo, que se apresenta como um polímero, e é o principal componente da parede celular das fibras das plantas. Junto com a lignina, as resinas e os minerais (compostos inorgânicos). Ela é um dos compostos que constituem a madeira – cerca de 50%. Suas moléculas, agrupadas pela lignina, formam feixes de fibras que constituem as células vegetais que compõem as fibras presentes na madeira. (CELULOSE RIOGRANDENSE, 2013 & KLOCK, 2005, p. 41).

O mercado brasileiro destaca-se por ser um grande produtor e exportador de materiais celulósicos, que apresentou crescimento durante oito anos consecutivos. Em 2011, em função da crise econômica, houve uma redução no crescimento (mas não na produção) e, em 2012, ele voltou a crescer, fechando o ano com quase 14 milhões de toneladas fabricadas. (Figura 33)

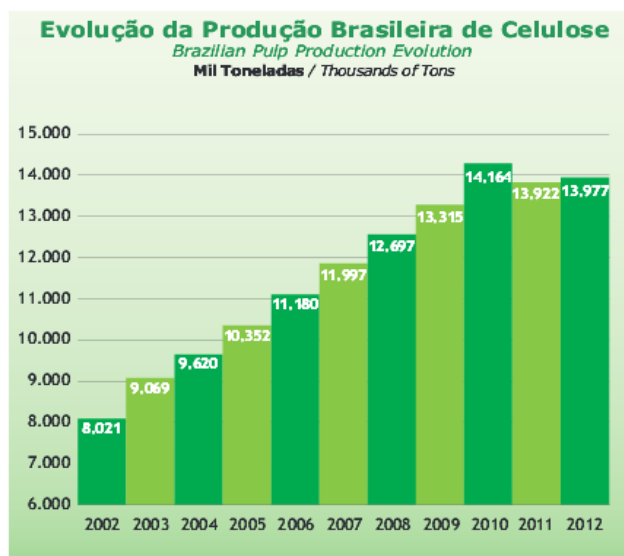


Figura 33 – Evolução da produção brasileira de celulose
 Fonte: BRACELPA, 2013b, p. 4

A produção de papel, ao contrário da celulose, é voltada, principalmente, para o mercado interno. Por isso, sua demanda não foi afetada pela crise. Em 2012, foram produzidas mais de 10 milhões de toneladas de papel, como mostra a Figura 34.

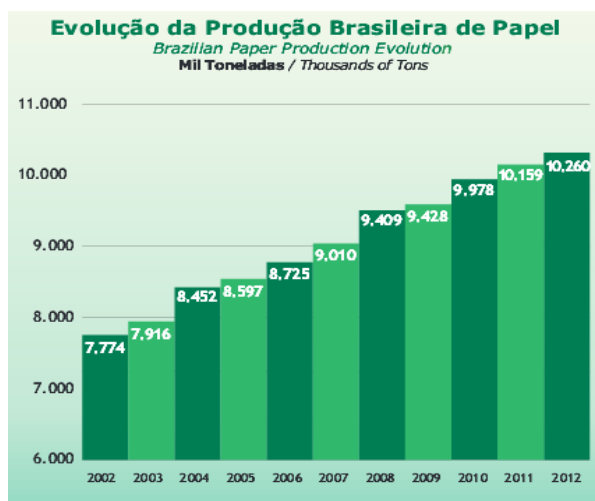


Figura 34 – A evolução da produção brasileira de Papel
 Fonte: BRACELPA, 2013b, p. 4

Para a fabricação de derivados (papéis e papelões) é necessária a divisão da celulose em dois tipos de fibras. A celulose de *fibra curta* possui menor resistência, alta maciez e boa capacidade absorvente; a celulose de *fibra longa* possui maior resistência e são mais duros. No Brasil, as primeiras são originárias de eucaliptos ou acácias-negras, e dão origem, principalmente, aos papéis brancos para impressão e escrita ou de uso pessoal (papel higiênico, toalhas de papel etc.). O segundo grupo é fabricado a partir de árvores coníferas, como o pinus, e é utilizado para produção de materiais que demandam maior resistência, como papelões, papel jornal, papel cartão e outros utilizados em embalagens. (BRACELPA, 2013c).

Por conta de sua posição geográfica nas zonas tropical e subtropical, sua dimensão territorial, estrutura fundiária, de seus solos e suas águas, o território brasileiro apresenta grandes vantagens para a produção de celulose:

A vantagem competitiva no crescimento de florestas é o principal ponto a ser destacado, reflexo da localização do país na zona tropical, abundante em luz do sol e água, e dos investimentos em pesquisas e programas de melhoramento genético (...). (BNDES, 2011, p. 113).

Tais vantagens geográficas permitem que as árvores, como o eucalipto, atinjam o nível de corte em torno de sete anos, sendo que a média é de 10 a 12 anos nos demais países.

Atualmente, o Brasil ocupa a 4ª posição mundial de produção de celulose. Com os atuais investimentos no setor, a previsão é de que a indústria nacional ultrapasse o Canadá em 2017. (PAINEL FLORESTAL, 2013). Todavia, ainda apresenta baixas taxas de beneficiamento das matérias-primas brutas, obedecendo à tendência dos países em desenvolvimento de serem meros fornecedores de matérias-primas primárias, abrigando em seus territórios as indústrias mais poluentes. A Figura 35 ilustra os rankings mencionados.

CELULOSE		PAPEL	
País	mil toneladas	País	mil toneladas
1. EUA	50.351	1. China	102.500
2. China	18.198	2. EUA	74.375
3. Canadá	17.073	3. Japão	26.083
4. Brasil *	13.977	4. Alemanha	22.630
5. Suécia	11.672	5. Suécia	11.417
6. Finlândia	10.237	6. Coreia do Sul	11.333
7. Japão	8.642	7. Canadá	10.751
8. Rússia	7.519	8. Finlândia	10.694
9. Indonésia	6.710	9. Brasil	10.260
10. Chile	5.155	10. Indonésia	10.247
11. Índia	4.095	11. Índia	10.242
12. Alemanha	2.636	12. Itália	8.664
Demais	10.376	Demais	90.789
TOTAL MUNDO	166.641	TOTAL MUNDO	399.985

Figura 35 – Ranking mundial de produção de papel e celulose

Fonte: BRACELPA, 2013b.

As empresas brasileiras de celulose e papel faturam bilhões por ano. Em 2009 houve a fusão de duas grandes empresas do setor, o que resultou numa empresa que, em 2011, faturou R\$ 5,8 bilhões. A segunda e a terceira colocadas faturaram no mesmo ano, respectivamente, R\$ 4,8 e R\$ 4,1 bilhões. (VALOR, 2013).

Acrescenta-se, ainda, os baixos preços das terras em determinadas regiões do país (em função do baixo desenvolvimento econômico de certas zonas rurais brasileiras), mão-de-obra barata e, novamente, a questão da água, pois as indústrias não costumam pagar pelo que é captado, como será mostrado a seguir.

10.1 A reciclagem de papel no Brasil

De acordo com a BRACELPA (2013), em 2012 o mercado brasileiro, seguindo a tendência de crescimento do setor, consumiu mais de 9,6 milhões de toneladas de materiais celulósicos. Isso significou um consumo *per capita* em pouco menos de 50 kg.

No mesmo ano, as indústrias recicladoras consumiram 4,4 milhões de toneladas de aparas, significando índices de reciclagem de 45,7%. As taxas de recuperação desses materiais não estão apresentando crescimentos significativos. Para fins de comparação, em 1995 o percentual era de 34,6%. A evolução é ilustrada na Figura 36, abaixo.

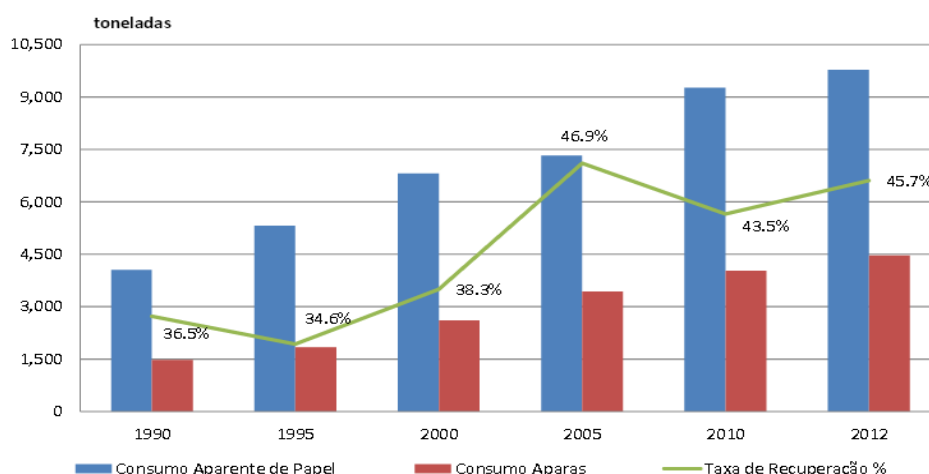


Figura 36 – Evolução do consumo aparente e a taxa de recuperação de materiais celulósicos

Fonte: BRACELPA, 2013b.

Como via de comparação, a seguir será quantificada e analisada a reciclagem de materiais celulósicos em Pelotas-RS.

10.2 A reciclagem da celulose em Pelotas-RS

De acordo com as informações fornecidas pelos compradores de aparas de Pelotas, a cidade está exportando três tipos de materiais enquadrados na categoria celulose: papéis em geral, papelões e, em menor quantidade, embalagens longa vida¹³.

Em Pelotas já existiram duas fábricas de papéis. Uma na região do centro da cidade e outra na região da colônia francesa, no 7º distrito. Hoje, porém, o município não dispõem de nenhuma indústria de reciclagem com este perfil, o que obriga os compradores de recicláveis a exportar os materiais para a região metropolitana de Porto Alegre ou para a região da Serra Gaúcha. Nas regiões mencionadas,

¹³ Apesar de nenhuma das bibliografias utilizadas como base (CALDERONI, 2003; IPEA, 2010) terem incluído essas embalagens em seus estudos, por elas serem compostas predominantemente por materiais celulósicos, optou-se pelo seu enquadramento nessa categoria.

encontram-se não só os beneficiadores (aparistas), como também as indústrias transformadoras.

Como foi exposto, anteriormente, a coleta seletiva pública tem importante participação na reciclagem de produtos celulósicos na cidade de Pelotas, especialmente nos materiais de fibra curta. Devido ao baixo preço pago por esses materiais, não são todos os catadores que os recolhem. No entanto, quando o transporte dessas sucatas é feito de forma automatizada e sem custos para as cooperativas, elas fazem o aproveitamento quase total do material.

Como mostrado no capítulo sobre a coleta seletiva pública, apenas uma das cooperativas – por apresentar grande produção frente às demais – é que exporta diretamente seus fardos para uma empresa beneficiadora sediada em Porto Alegre, como mostra a Tabela 23.

Tabela 23 – Exportação coleta seletiva pública

Tipo de Fibra/produto	Quantidade média mensal (t)
Fibra longa	16,5
Fibra curta	10,8
Embalagens longa vida	0,5
Total	27,8

Fonte: Entrevistas do autor

Essa cooperativa é uma exceção ao quadro nacional. Devido à baixa captação dos programas de coleta seletiva, tais organizações terminam por vender seus materiais para sucateiros, o que impossibilita a medição exata da participação dos programas de coleta seletiva pública em escalas maiores. Como mostra o Relatório Anual 2012, da Associação Nacional de Aparistas de Papel (ANAP):

(...) a participação dessas instituições ainda é pequena. Embora todos os aparistas da nossa amostra comprem dessas instituições, o volume assim adquirido representa 7% do comércio nacional, o que significa que aproximadamente 280 mil toneladas das aparas comercializadas em 2011 tiveram origem nas cooperativas de catadores. (ANAP, 2012, p. 10).

Os empresários pelotenses compram as 82,7 toneladas produzidas pelas outras cooperativas, além daquilo que é captado por catadores e fornecedores de cidades vizinhas. Com isso, eles são responsáveis pela reciclagem de, ao menos, 639 toneladas de papelão, 37 toneladas de papéis brancos e 40 toneladas de papéis mistos, além das 7,1 toneladas de embalagens longa vida.

Em relação ao mercado de coleta seletiva particular, as unidades de triagem privadas fazem a separação dos materiais, enfarda-os nas prensas e vendem-nos para duas empresas beneficiadoras: uma localizada no centro de Porto Alegre e outra na cidade de Canoas-RS.

Uma vez o material chegando nessas empresas, a maioria dos fardos são novamente abertos por dois motivos: primeiro porque essas empresas buscam renome no mercado, o que significa o fornecimento de matérias-primas com alto grau de pureza; segundo por questões operacionais. Elas dispõem de prensas, cujas capacidades estão muito acima daquelas que as cooperativas e os compradores locais estão aparelhados: ao invés de fardos que dificilmente chegam a 350 kg, suas prensas são capazes de produzir fardos que excedem 5 toneladas. Acopladas a essas mesmas prensas, também há uma fragmentadora, a qual é usada para fazer tiras dos materiais que predominem a fibra curta.

As entrevistas com os responsáveis por essas beneficiadoras, revelaram que elas vendem seus produtos para indústrias que estão sítidas no Rio Grande do Sul e/ou no vizinho Uruguai (caso do papel branco). Quando os materiais entram, novamente, nas linhas de produção industriais fecha-se, e ao mesmo tempo, inicia-se a cadeia de reciclagem de materiais celulósicos de Pelotas e região.

10.3 Os benefícios ambientais da reciclagem da celulose em Pelotas-RS

Para se fazer o cálculo dos benefícios ambientais e econômicos gerados pela reciclagem da celulose, promovidos pela cidade, é preciso considerar os impactos que ela deixa de gerar.

Assim como o aço, as usinas produtoras de papéis e papelões podem ser divididas em integradas e semi-integradas. Neste caso, as usinas integradas são aquelas que produzem os materiais a partir da celulose obtida na própria unidade, ao passo que as semi-integradas produzem, principalmente a partir de materiais secundários, mas não dispensam a utilização de materiais primários.

Nas usinas integradas, para a produção de uma tonelada de pasta de celulose são necessários, aproximadamente, 4,8 m³ de madeira. Considerando-se que a densidade média do eucalipto é de 400 kg/m³, isso significa 1.920 kg de madeira. (IPEA, 2010).

Para a produção em grandes escalas, a madeira é proveniente de cultivos arbóreos. No Brasil, de acordo com a Associação Brasileira dos Produtores de Florestas Plantadas, havia 6,6 milhões de hectares de florestas plantadas com eucaliptos e pinus, representando 76,6% e 23,4%, respectivamente. Tais plantações estão distribuídas por 16 estados brasileiros, sendo o estado de MG o que detêm as maiores extensões: quase 1,5 milhão de ha (Figura 37). Em 2012, 35,2% de toda a madeira de florestas plantadas produzida no país foi utilizada para a produção de celulose.

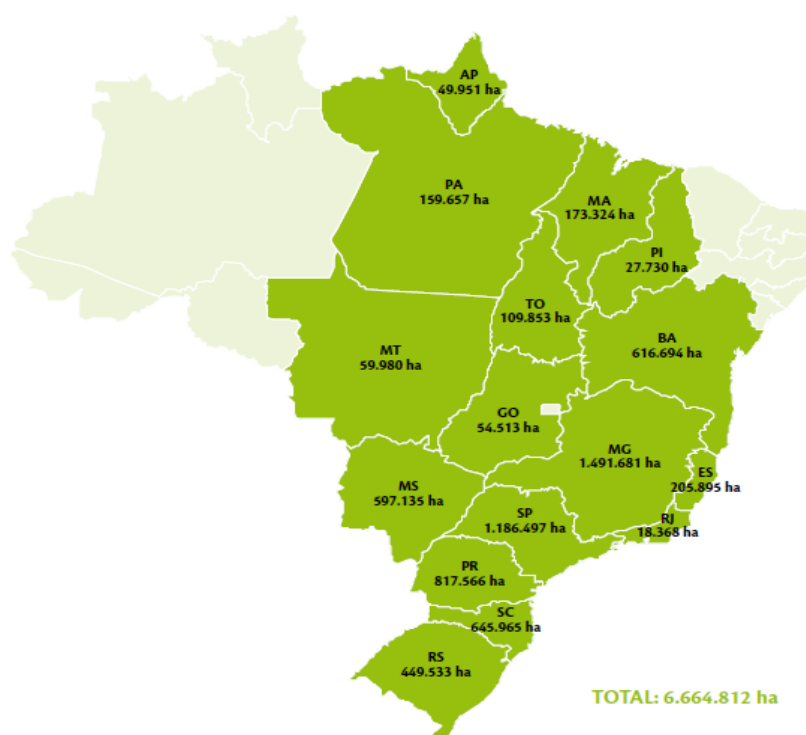


Figura 37 – Distribuição dos plantios de Eucalyptus e Pinus no Brasil, 2012
Fonte: ABRAFLOR, 2013.

Em relação ao processo de produção, ele varia de acordo com o objetivo da indústria:

Conforme o tipo de papel a ser produzido, a celulose é submetida a tratamentos especiais antes de ser processada na fábrica de papel. Quando se destina à escrita, por exemplo, precisa ter um padrão capaz de conferir à folha uma característica absorvente e áspera na medida certa para o uso de caneta e lápis. No caso das embalagens, os principais objetivos são rigidez e resistência. (BRACELPA, 2013c).

Essas indústrias são grandes consumidoras de materiais químicos. Ao longo do processo de separação da celulose da madeira e de branqueamento dessa pasta, são consumidos cloratos (25,75 kg/t) e soda cáustica (33,53 kg/t).

Em relação ao consumo energético, a maior parte das fábricas integradas produz energia própria, proveniente da queima de resíduos lenhoso que produz ou que adquire de terceiros. Mesmo assim, elas necessitam comprar energia da rede nacional. De acordo com IPEA (2010), ao total são consumidos (produzida + captada), 0,69 MWh por tonelada.

Em relação à produção de passivos ambientais, além dos químicos utilizados, são geradas grandes quantidades de resíduos, efluentes e gases: para cada tonelada, são produzidos 136 kg de resíduos sólidos, 40 litros de efluentes e quase 438,87 kg de gases. A Tabela 24 detalha os dados colocados.

Tabela 24 – Os passivos ambientais da produção de materiais celulósicos

Produção de passivos ambientais	un./t	
<i>Resíduos Sólidos</i>		
Não perigosos	kg	136,00
<i>Efluentes Líquidos</i>		
DBO	kg	1,48
DQO	kg	23,00
Halogenados	kg	0,11
Sais minerais	kg	60,00
Sólidos em suspensão	kg	1,61
Volume	m ³	0,04
<i>Emissões atmosféricas</i>		
ClO ₂	kg	0,20
Cloro	kg	0,20
Gases estufa –emissões diretas	kg	433,59
Material particulado	kg	0,26
No _x	kg	1,66
SO ₂	kg	1,46
Sulfitos	kg	1,50

Fonte: IPEA, 2010, p. 57.

A indústria da reciclagem de materiais celulósicos, dependendo do produto desejado, pode realizar sua produção somente a partir de aparas¹⁴, necessitando de poucos aditivos. Por conta disso, o consumo de energia é reduzido drasticamente, obtendo-se a média de 0,2 MWh/t.

Apesar desses benefícios, as fábricas precisam de muita água. Primeiro para transformar as fibras novamente em massas. Para isso, são usados

¹⁴ Especialmente os de fibras longas.

liquidificadores gigantes, onde os fardos são batidos com grandes quantidades de água – produto que também está presente em outras etapas da industrialização. Em média, são consumidos 29,2 m³ de água por tonelada.

Em função de todos os passivos evitados pela reintrodução dessas matérias-primas listados acima, a reciclagem de materiais celulósicos em Pelotas proporciona benefícios ambientais da ordem de R\$ 417.611,95. A Tabela 25 demonstra os valores.

Tabela 25 – Os benefícios ambientais da reciclagem de celulose em Pelotas-RS

Benefícios relacionados ao processo produtivo		Benefícios (custos evitados) associados à gestão de resíduos sólidos	Benefício totais	Qtde. reciclada	Benefícios ambientais (indústria, governo federal e preservação)	Benefício total Gerado
(R\$/t)		(R\$/t)	(R\$/t)	(t)	(R\$/mês)	
Benefícios econômicos	Benefícios Ambientais	Coleta + Disposição final	(Benefício econômico + custos evitados)			
330	24	158,53	512,53	723,1	255.977,4	370.310,44

Fonte: Adaptado de IPEA, 2010, p. 10.

Caso não houvesse a atividade de reciclagem de materiais celulósicos e esses fossem encaminhados para o aterro sanitário, a Prefeitura teria que desembolsar, mensalmente, em torno de R\$ 69 mil/mês, como mostra a Tabela 26.

Tabela 26 – Os benefícios da reciclagem do alumínio para a gestão pública de Resíduos Sólidos em Pelotas-RS

Material	Total reciclado	Produção em Pelotas (t) - Estimativa (60%)	Preço médio pago pela coleta seletiva e destinação final	Valor economizado pelo SANEP/Prefeitura
	(t/mês)	(t)	(R\$/t)	(R\$/mês)
Celulose	723,1	433,83	158,53	68.775,07

Fonte: Adaptado de IPEA, 2010, p. 10.

O assunto do próximo capítulo trata, também, de um polímero, mas que é majoritariamente produzido a partir do petróleo: os plásticos.

11. O PLÁSTICO

O plástico em nossas vidas é onipresente. Ele está na maioria das embalagens de alimentos, na estrutura dos eletrodomésticos e eletroeletrônicos, automóveis etc. Com o seu advento na produção industrial, os polímeros sintéticos substituíram outros materiais nas linhas de produção. Seu uso em grande escala está diretamente associado às suas vantagens práticas, como sintetiza CALDERONI:

Algumas características do plástico, em contraposição às de outros concorrentes, em muitas aplicações, são as responsáveis por tão elevado crescimento de seu mercado, como a sua impermeabilidade, maior resistência à perfuração e transparência (em oposição ao papel e papelão); inquebrabilidade e baixo peso (em contraposição ao vidro); baixo preço e transparência (em relação ao alumínio); indeformabilidade e leveza (em relação à lata de folha de flandres). (CALDERONI, 2003, p. 226).

Por conta dessas qualidades, o consumo de plásticos tem crescido no Brasil e no Mundo. “*O País tem um consumo per capita de plásticos de 30 quilos por habitante/ano, significando 5,38 milhões de toneladas transformadas.*” (ABIPLAST, 2013).

Os plásticos são polímeros¹⁵ obtidos, quase exclusivamente, a partir de derivados de petróleo e gás natural¹⁶. No Brasil, além da importação¹⁷, a exploração desses recursos é feita através de poços perfurados em alto-mar ou na Amazônia, os quais, para serem descobertos e explorados, exigem grandes investimentos em capital humano e tecnológico.

A cadeia produtiva de materiais plásticos pode ser dividida em quatro elos principais, cujas indústrias produtoras são distribuídas entre primeira e quarta geração. As fábricas de *primeira geração* são as *centrais de matéria prima*, produtoras de petroquímicos básicos, obtidos a partir de nafta e de gás natural. Elas fazem o craqueamento do nafta obtido a partir do petróleo ou do gás natural. Essas centrais compõem núcleos industriais – polos petroquímicos – “*que visam à minimização de custos e ao aproveitamento de sinergias em termos de logística, infraestrutura e integração operacional.*” (BNDES, 2007, p.139).

¹⁵ Existem polímeros naturais, como a borracha natural.

¹⁶ Ultimamente, algumas empresas os produzem a partir de fibras vegetais.

¹⁷ Em 2012, o Brasil importou 113.947.844 barris e exportou 200.528.035 barris. Fonte: Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) – Ministério do Desenvolvimento e Comércio. 03 de abril de 2013

Atualmente, no Brasil, existem quatro polos petroquímicos, situados nos municípios de Camaçari, na Bahia; Triunfo, no Rio Grande do Sul; Mauá e Santo André, em São Paulo e Duque de Caxias, no Rio de Janeiro.

Os três primeiros utilizam a nafta petroquímica (70% produzidos pela Petrobras e o restante importado) como matéria-prima, enquanto o recém-implantado polo do Rio de Janeiro utiliza derivados do gás natural, extraído pela Petrobras, na Bacia de Campos. (BNDES, 2007, p. 139 - 141).

As empresas de *segunda geração* são aquelas que produzem as resinas termoplásticas, conhecidas como *unidades de polimerização*.

Nas unidades/empresas de segunda geração são produzidas resinas termoplásticas (polietilenos e polipropilenos) e intermediários (...) Esses intermediários são transformados em produtos finais petroquímicos, como PVC, poliestireno, ABS (acrilonitrila-butadieno-estireno), resinas termoestáveis, polímeros para fibras sintéticas, elastômeros, poliuretanas, bases para detergentes sintéticos e tintas. (BNDES, 2007, p. 142).

A terceira geração de usinas plásticas é responsável pela transformação plástica nos produtos finais, para uso em outros setores. Composta pelo maior número de empresas instaladas, geralmente, próximas aos mercados consumidores, elas atendem diversos segmentos, como os de alimentação, construção civil, eletroeletrônico, automotivo etc. São elas as fornecedoras de embalagens, peças e utensílios, por exemplo.

Na Figura 38 o leitor pode observar as matérias-primas de que cada geração se utiliza, no que elas são transformadas e seus produtos finais.

Os plásticos são divididos em dois grandes grupos: os *termoplásticos* e os *termorrígidos*. Os primeiros são aqueles que, quando aquecidos, não sofrem alterações na sua estrutura química e, por conta disso, podem ser utilizados como matéria-prima para fabricação de outros polímeros. Quanto aos *termorrígidos* ou termofixos, são aqueles que, mesmo submetidos a temperaturas elevadas, não se fundem. (PLASTIVIDA, 2013a).

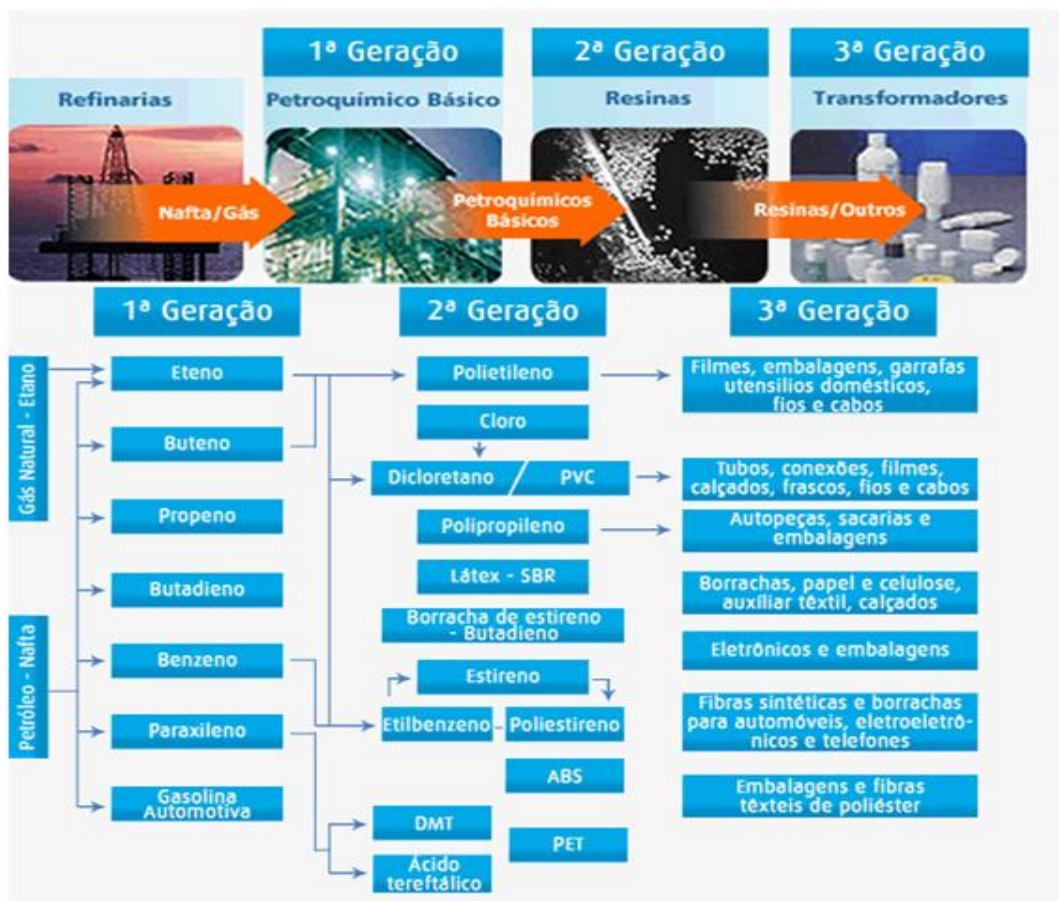







Figura 38 – A cadeia petroquímica brasileira

Fonte: BRASKEM, 2013.

Mas, como saber qual o tipo de plástico que estamos lidando? A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 13.230:2008, estabelece que os polímeros devem ser classificados e identificados de acordo com a sua cadeia química (ABNT, 2008). De acordo com a norma, a numeração separa os plásticos em seis diferentes tipos, havendo uma sétima numeração para os não contemplados. A Tabela 27 demonstra o rótulo, seu significado e alguns exemplos de produtos.

Tabela 27 – A classificação dos plásticos

Símbolo	Nome e características
	Tereftalato de polietileno – PET Os plásticos de tereftalato de polietileno são transparentes, inquebráveis, impermeáveis e leves. O PET é utilizado, principalmente, na fabricação de garrafas de água mineral e refrigerante, embalagens para produtos alimentícios - como óleos e sucos -, de limpeza, cosméticos e farmacêuticos. Também está presente em bandejas para micro-ondas, filmes para áudio e vídeo, fibras têxteis, entre outros.
	Polietileno de alta densidade – PEAD Embalagens para alimentos, produtos têxteis, cosméticos e embalagens descartáveis são produzidas a partir do polietileno de alta densidade. Resistente a baixas temperaturas, leve, impermeável, rígido e com resistência química, o PEAD também é usado na fabricação de tampas de refrigerante, potes para freezer e garrafas de água mineral, além de brinquedos e eletrodomésticos, cerdas de vassoura e escovas, sacarias (revestimento e impermeabilização), fitas adesivas, entre outros.
	Cloretos de polivinila – PVC Por suas características como rigidez, impermeabilidade e resistência à temperatura, os cloretos de polivinila são usados principalmente em tubos, conexões, cabos elétricos e materiais de construção como janelas, portas, esquadrias e cabos de energia. O PVC também pode ser aplicado na fabricação de brinquedos, alguns tipos de tecido, chinelos, cartões de crédito, tubos para máquinas de lavar roupa e caixas de alimentos.
	Polietileno de baixa densidade - PEBD e Polietileno de baixa densidade linear - PEBDL São flexíveis, leves, transparentes e impermeáveis. É utilizado na produção de filmes termocontroláveis, como caixas para garrafas de refrigerante, fios e cabos para televisão e telefone, filmes de uso geral, sacaria industrial, tubos de irrigação, mangueiras, embalagens flexíveis, impermeabilização de papel (embalagens longa vida), entre outros. Ele também é aplicado na produção de embalagens de alimentos, fraldas, absorventes higiênicos e sacaria industrial.
	Polipropileno – PP Embalagens para alimentos, produtos têxteis e cosméticos, tampas de refrigerante, potes para freezer, garrafas de água mineral, baldes e bacias são alguns dos produtos fabricados com polipropileno . Esses plásticos conservam o aroma e são resistentes a mudanças de temperatura, brilhantes, rígidos e inquebráveis. Também são utilizados em produtos hospitalares descartáveis, tubos para água quente, autopeças, fibras para tapetes, fraldas, absorventes higiênicos, entre outros.
	Poliestireno – PS Entre os produtos fabricados com o poliestireno estão os copos descartáveis, eletrodomésticos, produtos para construção civil, autopeças, potes para iogurte, sorvete e doces, frascos, bandejas de supermercados, pratos, tampas, aparelhos de barbear descartáveis, brinquedos etc. As principais características do PS são a impermeabilidade, rigidez, leveza e transparência.
	O copolímero de etileno e acetato de vinila (EVA) é empregado principalmente na fabricação de calçados, colas, adesivos, peças técnicas, fios e cabos, Outros: Celofane, espumas, embalagens a vácuo, fraldas descartáveis, absorventes, tomadas.

FONTE: NBR 13.230:2008 & ABIQUIM, 2013.

Quanto à quarta e última geração da indústria de polímeros sintéticos, ela é composta por aquelas empresas que fazem a reciclagem dos polímeros a partir do que é descartado, tanto pelas indústrias da terceira geração (refugos, produtos defeituosos) quanto pelos resíduos sólidos pós-consumo.

11.1 A reciclagem de plásticos

A reciclagem do plástico pode seguir duas rotas tecnológicas¹⁸: a reciclagem *química* ou *mecânica*. A *primeira* tem por objetivo a recuperação dos componentes químicos individuais que compõem os plásticos.

A reciclagem química reprocessa plásticos transformando-os em petroquímicos básicos: monômeros ou misturas de hidrocarbonetos que servem como matéria-prima, em refinarias ou centrais petroquímicas, para a obtenção de produtos nobres de elevada qualidade. (PLASTIVIDA, 2013b).

Existe uma gama de processos possíveis para a execução desse tipo de reciclagem, como pode ser visto na Tabela 28, abaixo.

Tabela 28 – Tipos e características dos processos da reciclagem química de plásticos

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

Fonte: PLASTIVIDA, 2013b.

Os produtos deste processo são utilizados, tanto para a produção de novos plásticos quanto de outros produtos químicos. Tal procedimento possui maior flexibilidade quanto à composição dos plásticos a serem utilizados como matéria-

¹⁸Alguns autores dirão que existe uma terceira, que é a recuperação energética através da incineração. No entanto, por mais que a incineração gere um insumo (energia elétrica), preferimos considerá-la como um processo particular, o qual será tema de capítulo específico.

prima e é mais tolerante às impurezas. No entanto, é caro e, justamente por isso, sua viabilidade econômica está ligada ao processamento de grandes quantidades. Isso explica o fato de ainda não existir nenhuma unidade desse tipo em nosso país.

Quanto à reciclagem **mecânica** de polímeros, ela “*consiste em transformar os plásticos (tanto os oriundos de sobra industrial, quanto os descartados pós-consumo) em pequenos grânulos que podem ser utilizados na produção de novos materiais.*” (PLASTIVIDA, 2013c).

Para a sua execução, são necessários equipamentos e processos específicos para cada tipo de polímero. Isso explica, em parte, o grande número de indústrias de reciclagem mecânica de plásticos em todo o território nacional. Em 2011 eram mais de 800, como mostra a Figura 39 abaixo.

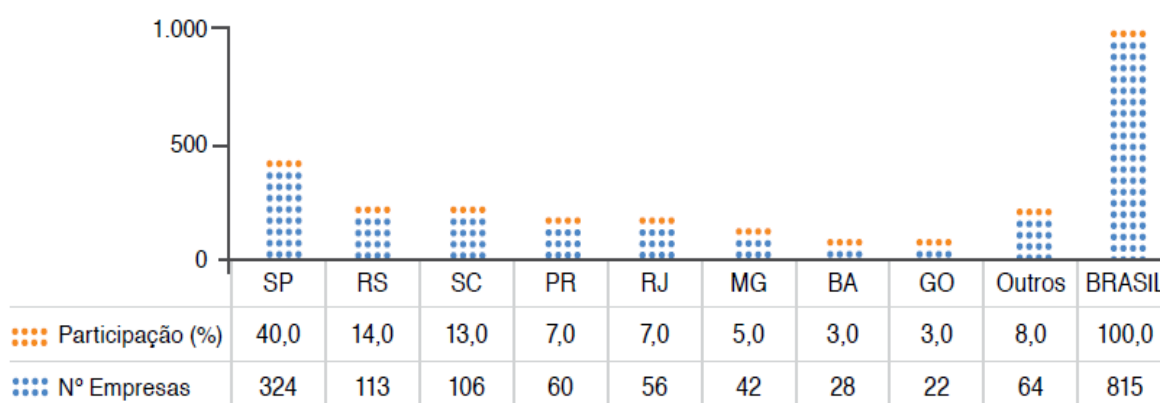


Figura 39 – Distribuição das indústrias de reciclagem mecânica no Brasil, 2011
Fonte: ABRELPE, 2013.

Para a reciclagem mecânica são necessárias seis etapas. A primeira é a separação dos plásticos, de acordo com suas classificações e cores. A segunda consiste na moagem dos materiais, de forma a obter flocos (mais conhecidos como *flakes*), cujos tamanhos e formatos dependerão do objetivo da próxima etapa.

O processo seguinte é a lavagem desses flocos – em água quente ou fria – que pode ser acompanhada por alguns produtos químicos, a fim de aumentar a eficiência. Esta etapa objetiva a retirada de impurezas, como óleos, papéis, sedimentos (terra e areia) e resquícios de alimentos. Depois disso, os flocos são submetidos à secagem, para eliminar a umidade obtida ao longo dos processos anteriores. Algumas empresas recicladoras terminam o seu processo de beneficiamento do plástico nessa fase. Outras colocam os flocos em uma máquina,








onde o atrito dos fragmentos contra a parede do equipamento rotativo provoca elevação da temperatura, levando à formação de uma massa plástica que terá por finalidade reduzir o volume do material que irá para o próximo processo. Essa fase também é utilizada para a incorporação de aditivos – como cargas, pigmentos e lubrificantes.

A penúltima etapa é denominada extrusão. Nela, os flocos aglutinados são submetidos a uma máquina extrusora que funde e torna a massa homogênea. Em sua saída há um cabeçote, do qual expele um fio contínuo (na forma de um "espaguete"), que é resfriado com água. Em seguida, o "espaguete" é picotado em uma máquina granuladora e transformado em *pellet* (grãos plásticos). A última etapa, portanto, é a transformação dos flocos ou *pallets*, em novos produtos de consumo. (PLASTIVIDA, 2013c; VALERA, 2011).

No Brasil, os polímeros reciclados são transformados numa gama de produtos, não sendo comum o retorno dos *flakes/pallets* aos mesmos produtos originais. Quanto à reintrodução desses produtos nas linhas produtivas, apesar de diversificada, existem algumas generalizações. O *flake* obtido a partir do PET, por exemplo, tem sido usado, principalmente, para a elaboração de artigos da indústria têxtil. Em 2012, uma empresa da área de refrigerantes lançou no mercado brasileiro a primeira garrafa PET totalmente reciclada – até então, não era autorizado, no Brasil, o uso de materiais reciclados para embalar alimentos.

A Tabela 29 foi elaborada a partir da adaptação de duas fontes. Nela pode-se observar os tipos de plásticos e quais as principais aplicações pós reciclagem mecânica.

Tabela 29 – As aplicações dos plásticos reciclados

Tipo de Plástico	Principais produtos transformados
	<p>Maior parte para a indústria têxtil. Outros: fibra de carpete, vassoura, embalagens para produtos de limpeza, acessórios diversos.</p>
	<p>Principalmente embalagens industriais e descartáveis (sacolas). Outros: frascos de óleo para motor, tubulação de esgoto.</p>
	<p>São utilizados majoritariamente para aplicações como tubulações da construção civil e infraestrutura. Também é utilizado para fabricação de mangueiras de jardim, cones de tráfego e cabos.</p>
	<p>A agropecuária e a construção civil são seus principais consumidores, pois eles são utilizados para a fabricação de lonas. Também podem ser utilizados na confecção de envelopes, filmes, sacos para lixo e tubulações para irrigação.</p>
	<p>Predominantemente fabricantes de baldes e bacias utilizam-se de PP para confeccioná-los. O mesmo material também pode ser usado como matéria-prima para caixas e cabos para baterias de veículos, vassouras, escovas, caixas diversas, funil para óleo e bandejas.</p>
	<p>Pode servir como base para placas de isolamento térmico e acessórios para escritório. No entanto, ele tem sido utilizado predominantemente na fabricação de peças para eletrodomésticos e eletroeletrônicos.</p>
	<p>Madeira plástica.</p>

Fonte: Adaptado de PLASTIVIDA, 2012a & Ecycle, 2013.

Como tentou-se elucidar ao longo das páginas anteriores, a reciclagem do plástico, representa uma quebra numa longa cadeia produtiva que gera grandes impactos negativos ao ambiente. Na Figura 40 o leitor pode observar como se estabelece a cadeia produtiva do plástico, em sua forma linear e com a reciclagem.

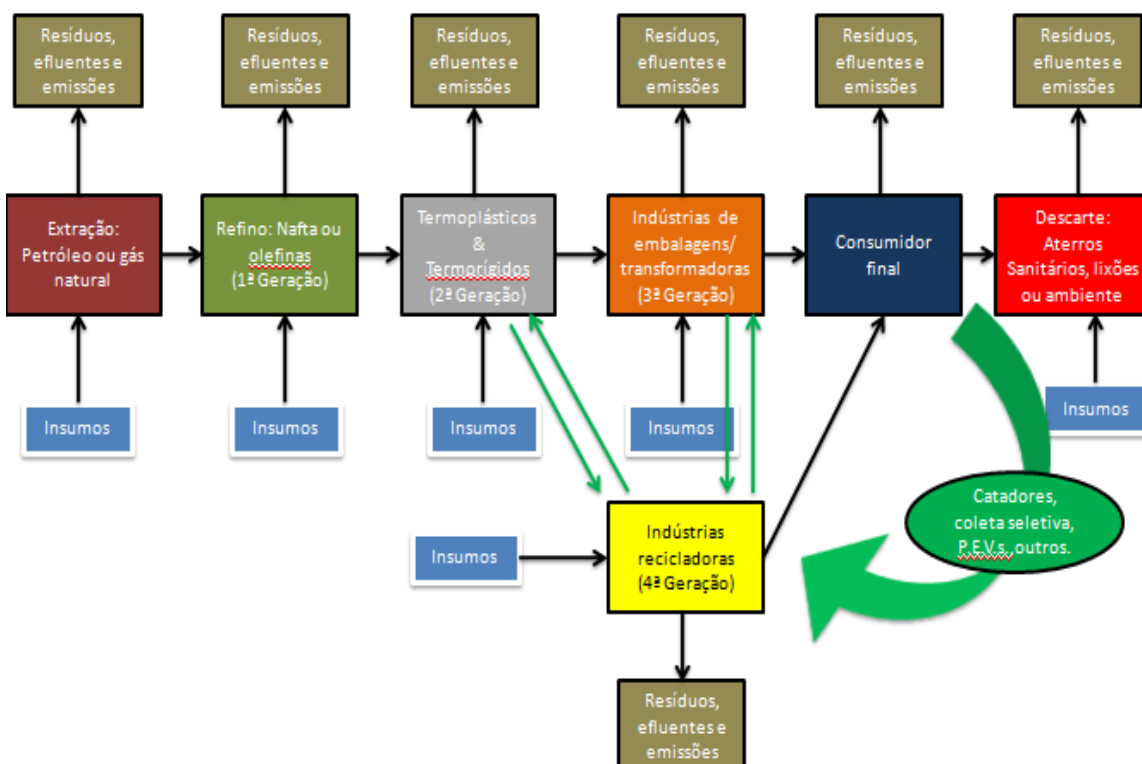


Figura 40 – Plásticos: O sistema de produção linear e a reciclagem
 Fonte: Adaptado de IPEA, 2010.

Essa breve introdução sobre o processo de produção e reciclagem de plásticos objetivou salientar a importância da atividade para a preservação do ambiente. Do mesmo modo, busca subsídios para o entendimento da forma como se organiza o mercado da reciclagem do plástico em Pelotas-RS.

11.2 O comércio da reciclagem de plásticos em Pelotas-RS

Para o diagnóstico da reciclagem de plásticos na cidade de Pelotas, foram entrevistados representantes de mais de 36 estabelecimentos compradores de recicláveis e de duas indústrias. Consultou-se, também, o banco de dados do Sindicato das Indústrias de Material Plástico no Estado do Rio Grande do Sul (SIMPLAST).

Foi diagnosticado que 10 estabelecimentos compravam de catadores e/ou cooperativas e vendiam seus materiais no próprio mercado interno. Os outros 16 faziam a exportação intermunicipal dos materiais arrecadados para compradores/indústrias de outras cidades (Tabela 30).

Tabela 30 – Média mensal de exportação para reciclagem por tipo de plástico em Pelotas-RS.

Tipo de plástico	Exportação intermunicipal para reciclagem: Média mensal (t)
PET	216,7
PEAD	69,6
PVC	21,8
PEBD	58,5
PP	23,0
TOTAL	389,6

Fonte: Entrevistas com compradores de recicláveis locais

Porém, o cálculo acima é incompleto, uma vez que Pelotas possui duas indústrias de reciclagem de resíduos plásticos, as quais imprimem uma dinâmica maior ao mercado regional da reciclagem.

11.3 A reciclagem mecânica de plásticos em Pelotas-RS

Em Pelotas, atualmente, existem duas empresas recicladoras. A primeira é especializada em PEAD e utiliza como matéria prima refugos de indústrias de embalagens e sacos de arroz provenientes de engenhos. A matéria-prima é processada e transformada em utensílios para utilidades domésticas, principalmente embalagens de grande volume para resíduos sólidos.

Quanto à segunda indústria, é especializada na reciclagem de Tereftalato de polietileno. Para suprir suas demandas, ela se utiliza, além do mercado pelotense, fornecedores de 22 municípios vizinhos e de Porto Alegre. Somadas, as recicladoras processam, em média, 255 toneladas de plásticos por mês.

Os benefícios da reciclagem do plástico podem ser analisados tanto nas escalas micro, quanto macro. Na escala micro, a Prefeitura e os pelotenses beneficiam-se diretamente por essa atividade. Ela proporciona a diminuição da quantidade de materiais a serem encaminhados para o aterro sanitário. Para o caso do plástico ainda há um agravante (neste caso, evitado).

(...) um caminhão com capacidade de transportar 12 toneladas de lixo comum, transportará apenas 6 a 7 toneladas de plástico compactado, ou 2 sem compactação." (IPT & CEMPRE, 1995, p. 181).

Além das 389,6 toneladas de plásticos exportadas, informações coletadas mostram que aproximadamente 1/5 do total do plástico processado pelas indústrias são provenientes de Pelotas. Logo, quando as quantidades são somadas e o seu produto multiplicado pelo número de cargas de caminhões coletores de resíduos necessários (considerando 6,5t por caminhão), chega-se ao surpreendente número de 68,4 cargas, como mostra a Tabela 31.

Tabela 31 – Caminhões de coleta que deixam de ser necessários devido à reciclagem de plásticos em Pelotas-RS (Valores médios)

Plásticos reciclados em Pelotas-RS	Plásticos exportados para reciclagem em outras cidades	Quantidade média mensal reciclada	Cargas de caminhões necessários caso não houvesse reciclagem em Pelotas-RS
(t/mês)	(t/mês)	(t/mês)	(cargas/mês)
55	389,6	444,6	68,4

Fonte: Adaptado de IPT & CEMPRE 1995, e entrevistas do autor.

Como consequência direta da reciclagem (especialmente pelo trabalho dos catadores, leia-se) a Prefeitura de Pelotas economiza impostos. Considerando o preço médio da coleta não-seletiva a R\$ 158,53, o valor economizado se aproxima de R\$ 62 mil por mês, como mostra a Tabela 32, abaixo.

Tabela 32 – Os benefícios da reciclagem de plásticos aos cofres públicos de Pelotas-RS.

Preço destinação correta	Quantidade que deixa de ser coletada	Benefício total
(R\$/mês)	(t/mês)	(R\$/mês)
158,53	389,6	61.763,29

Fonte: Contrato empresas coletoras e entrevistas do autor.

Em relação aos benefícios econômicos, representados pela “*diferença entre os custos de insumos para a produção de bens a partir de matéria-prima virgem e os custos de insumos para a produção de bens a partir de material secundário*” (IPEA, 2010, p.12), a reciclagem do plástico na cidade tem proporcionado benefícios que ultrapassam meio milhão de reais por mês, como mostram os cálculos da Tabela 33.

Tabela 33 – Benefícios econômicos proporcionados pela reciclagem do plástico em Pelotas-RS

Material	Custos dos insumos para produção primária	Custos dos insumos para produção a partir da reciclagem	Benefícios líquidos da reciclagem	Média mensal reciclada em Pelotas	Benefícios líquidos da reciclagem em Pelotas
	(R\$/t)	(R\$/t)	(R\$/t)	(t)	(R\$/mês)
Plásticos	1.790	626	1.164	444,6	517.514,40

Fonte: Adaptado de IPEA, 2010, p. 14

Quanto aos benefícios ambientais em escala macro, pode-se citar a economia de matérias-primas, água, energia, emissões de gases, efluentes e resíduos. Nesta mesma escala, pode-se agregar, também, a diminuição da dependência e procura por petróleo. Ela não só evita que o preço dos combustíveis subam (e, por efeito em cadeia, quase todos os outros serviços), mas também, os impactos ambientais causados pelas refinarias de petróleo – cuja lista é longa.¹⁹ Em relação à matéria-prima, a reciclagem de polímeros diminui a demanda de petróleo, o que contribui para a estabilização dos preços, “*pois exige somente metade do necessário para a produção a partir de matéria prima virgem.*” (CALDERONI, 2003, p. 227).

Quanto aos benefícios totais (econômicos + ambientais + custos evitados com coleta) proporcionados pela reciclagem do plástico na cidade de Pelotas, com base nos dados de IPEA (2010), ultrapassam 610 mil reais por mês, como pode ser observado na Tabela 34.

Tabela 34 – Os benefícios ambientais da reciclagem do plástico em Pelotas

Benefícios relacionados ao processo produtivo		Benefícios (custos evitados) associados à gestão de resíduos sólidos	Benefícios totais	Qtde. reciclada	Benefícios ambientais (indústria, governo federal e preservação)	Benefícios Gerados
(R\$/t)		(R\$/t)	(R\$/t)	(t)	(R\$/mês)	
Benefícios econômicos	Benefícios ambientais	Coleta + Disposição final				
1.164	56	158,53	1.378,53	444,6	542.412,00	612.894,44

Fonte: Adaptado de IPEA, 2010, p. 8.

¹⁹ Consultar MARIANO, 2001.

De acordo com as entrevistas, os fixos e fluxos da reciclagem mecânica de plásticos em Pelotas restringem-se ao estado do Rio Grande do Sul. Alguns compradores locais revendem suas produções de PET para a indústria da cidade. Outros preferem revendê-los, juntamente com os outros plásticos, para indústrias/compradores da região metropolitana de Porto Alegre e dos municípios da Serra Gaúcha.

No anexo 4, segue a lista das indústrias que, segundo o Sindicato das Indústrias Recicladoras de Plásticos do Rio Grande do Sul, realizam a reciclagem mecânica no Estado.

11.4 O mercado dos plásticos e suas perspectivas futuras

Parte da indústria petroquímica nacional – setor que fatura US\$ 55 bilhões por ano – está preocupada com seu futuro da oferta de nafta no Brasil. O setor

(...) prevê uma crise de abastecimento de matérias-primas e insumos nos próximos anos. Relatório com balanço de oferta e demanda dos principais insumos da cadeia do plástico mostra que o déficit começa em 2010 e deve se agravar nos anos subsequentes. (FREIRE, 2008).

Tal tese é reforçada por PERRONI (2012). Em artigo publicado no XXIV Fórum Nacional, o engenheiro químico e membro do Conselho de administração do Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP), mostra que a Associação Brasileira da Indústria Química tem se preocupado com a disponibilidade futura de matérias-primas para o setor, em futuro próximo, e já realizou três estudos sobre o assunto. No último, com dados de 2007, os autores fizeram uma previsão de mercado até o ano de 2020.

As conclusões alcançadas nestes estudos, cada qual incorporando as informações disponíveis na época, têm um ponto em comum: o reconhecimento de que as fontes de matérias-primas petroquímicas no Brasil são limitadas e que, para o atendimento global da demanda futura, o país deverá diversificar ainda mais o seu elenco de matérias-primas. (PERRONE, 2012, p. 3).

As empresas do setor, em decorrência dessa previsão de falta de matérias-primas básicas e dos altos preços da importação, já iniciaram novos planos, de forma a inovar suas matrizes de produção. Não surpreende o fato de a maior

corporação do setor na América Latina estar fazendo planos inovadores, quanto à sua matriz produtiva. Em um de seus catálogos de produtos, lê-se:

A estratégia de tornar-se a líder mundial da química sustentável até 2020, tem como um dos principais vetores o desenvolvimento de novos polímeros a partir de matérias-primas renováveis. Neste sentido, a empresa inaugurou, em setembro de 2010, a unidade industrial para a produção anual de 200 mil toneladas de eteno derivado de etanol, transformado em volume equivalente de polietileno verde. [A empresa] também divulgou o projeto de construção de uma planta de propeno verde para produção de polipropileno de origem renovável. O projeto está em fase de engenharia básica e produzirá pelo menos 30 mil toneladas por ano. É uma visão sustentável do plástico e que só foi possível alcançar com o desenvolvimento de novas tecnologias. (Catálogo de produtos da empresa).

Observa-se, portanto, que a indústria está passando por um processo de readaptação, devido às dificuldades de acesso à matéria-prima. A produção de resinas vegetais é uma das formas de contorno. No entanto, percebe-se, também, a oportunidade de busca por tecnologias mais potentes e baratas para a reciclagem de polímeros.

Trata-se de aumentar a eficiência das coletas seletivas e da logística reversa, sem que haja prejuízo daqueles que estão na base do sistema de reciclagem, ou seja, os catadores avulsos, as cooperativas e os pequenos compradores de recicláveis. Observa-se um horizonte de oportunidades para que eles, devido ao aumento da procura, valorizem seus trabalhos e passem a cobrar preços adequados por seus serviços.

Dentre os desafios que o setor precisará focar, estão as misturas de plásticos e a invenção de métodos mais eficazes para reciclar materiais, atualmente ainda não aproveitados. Quanto ao primeiro desafio, considera-se que: “As impurezas, misturas de diferentes plásticos em um mesmo produto, rótulos, entre outros fatores, limitam a reciclabilidade do plástico(...)”. (CALDERONI, 2003, p. 227)

Também existem os plásticos que, devido aos altos custos do processo ou mesmo à inexistência de tecnologias, ainda, não são reciclados no Brasil. É o caso, por exemplo, de algumas embalagens e dos termofixos (Poliuretano, Resina Epóxica e Resina Fenólica). Estes últimos, após serem moldados, devido às suas resistências às altas temperaturas, não se fundem novamente. (ABIPLAST & SINDIPLAST, 2013).

Por conta disso, são usados, principalmente, na confecção de computadores e eletrodomésticos. Além disso, esses polímeros são:

(...) frequentemente tratados com aditivos como retardantes de chama e reforços como vidro ou fibra de carbono. Isso gera misturas complexas, dificilmente separáveis, que impedem a sua reutilização e reciclagem. A maior parte dos computadores e dispositivos eletrônicos em comércio é revestida com plásticos não-recicláveis. Principalmente no setor da eletrônica, é muito comum o emprego de plásticos termofixos como a borracha e a baquelite, empregada, por exemplo, em tomadas elétricas e no embutimento de amostras metalográficas. (Portal dos Moldes, 2013).

Abaixo, a lista com os polímeros que, ainda, não são reciclados no Brasil.

Tabela 35 – Plásticos pouco ou não reciclados no Brasil

Plástico
Celofane
Espumas
Embalagem a vácuo
Fraldas descartáveis
Absorventes
Cabos de panela
Tomadas
Adesivos
EBOPP (laminados)*

*Reciclável, mas, devido à contaminação, sua reciclagem é rara.

Fonte: Adaptado de Ecycle (2013).

A melhor solução, dependendo do caso, seria a extinção do uso desses materiais. Porém, em algumas situações, eles são, até o momento, insubstituíveis. Em decorrência da PNRS, resta ao setor encontrar técnicas para comutação ou reciclagem desses polímeros.

Em muitos casos, o plástico pode ser substituído por materiais retornáveis – principalmente no setor de embalagens. Aliás, esta é uma tendência que está voltando a tomar corpo, fazendo um movimento inverso ao visto na década de 1990. Depois da era dos plásticos, iniciada nessa época, percebe-se um incremento das pesquisas que buscam comparar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de materiais em vias de encontrar formas de torná-los mais lucrativos para as empresas. A principal característica desses materiais “alternativos” é sua capacidade de reuso quase infinito, sendo o vidro um dos mais cotados. Sua produção, uso, reuso e reciclagem é o assunto do próximo capítulo.

12. O VIDRO

O vidro possui muitas aplicações na vida cotidiana moderna, podendo ser definido “*como o produto amorfo resultante da fusão e posterior solidificação de uma mistura de materiais inorgânicos.*” (ROSA, COSENZA & BARROSO, 2007, p. 104).

O materiais vítreos são utilizados para fabricação de utensílios de cozinha (taças, copos, xícaras, jarras, diversos tipos de pratos, vasos etc.), lâmpadas e lustres, espelhos, objetos de decoração, compõem aparelhos eletrodomésticos (televisores, monitores, cafeteiras etc.), espelhos, janelas e portas, além de diferentes tipos de recipientes utilizados como embalagens, principalmente para o acondicionamento de líquidos.

Geralmente, os vidros são classificados em três grupos, com variadas aplicações, como mostra a Tabela 36 ,abaixo.

Tabela 36 – Vidros: Classificações e usos

Classificação do vidro	Aplicação
Vidro oco	Bebidas
	Alimentos
	Higiene e limpeza
	Farmacêutico
	Utilidades domésticas
Vidro plano	Cristais
	Impresso
	Temperado
	Laminado
	Refletivo ou metalizado
	Blindado
	Duplo ou insulado
Duplo com cristal líquido	
Vidro técnico ou especial	Aramado
	Cinescópios
	Monitores de vídeos
	Iluminação
	Garrafas térmicas
	Blocos de vidro
Blocos oftálmicos	
Fibras de vidro	

Fonte: Adaptado de ROSA, COSENZA & BARROSO, 2007

De acordo com o *Anuário Estatístico do setor de transformação de não-metálicos*:

As embalagens de vidro, em importância de consumo, são utilizadas no setor de bebidas, em frascos e garrafas, principalmente para cervejas; no setor de alimentos e, por último, na embalagem de produtos não alimentícios (farmacêuticos e cosméticos). Os vidros planos são fabricados em chapas, utilizados, principalmente, pela construção civil, seguida pela indústria automobilística, moveleira, e decorações de interiores, principalmente espelhos. Os vidros especiais (técnicos) no Brasil compreendem as lãs e fibras de vidro (para isolamento e indústria têxtil), os tijolos e blocos de vidro, os isoladores elétricos de vidro, as ampolas para garrafas térmicas, os bulbos de lâmpadas, os vidros para tubo de imagem e as ampolas farmacêuticas para medicamentos. Por fim, os vidros domésticos são aqueles usados em utensílios como louças de mesa, copos, xícaras e objetos de decoração, como vasos. (MME, 2012, p. 57).

No mundo, a maior aplicação dos vidros é na área da construção civil, seguido pelo setor automobilístico e, em menores escalas, em embalagens e decorações. O consumo *per capita* mundial, em 2011, foi de aproximadamente 19 kg/hab, enquanto no Brasil, o consumo aparente foi de 18,7 kg/hab, (MME, 2012, p. 58).

O consumo desse material no país, provavelmente seria bem mais alto, atualmente, se não fosse uma reviravolta ocorrida na década de 1990. As embalagens de vidro, durante muito tempo utilizadas por conta de suas características retornáveis, perdeu espaço no mercado por conta do surgimento de novos produtos, como as embalagens longa vida e de plástico – em especial o PET –, por exemplo.

As embalagens longa vida, além de serem mais leves (representando economia de combustível para o transporte), possuem um sistema de envase que não necessita de cozimento ou refrigeração, além de suas embalagens não demandarem refrigeração ou abrigo da luz, “(...) o que interessou não só aos fabricantes mas, principalmente, aos supermercadistas.” (FORBES BRASIL, 2013).

Em relação à concorrência com as embalagens plásticas, estas são mais leves e, conseqüentemente, mais econômicas na hora da logística até os mercados consumidores. Também, adicionam comodidade, pois os consumidores não precisam devolver os vasilhames para trocar por novos – ou pagar por eles.

Entretanto, apesar do relativo declínio, o setor encontra-se em expansão. A indústria vidreira brasileira apresentou, em 2011, de acordo com o Ministério de

Minas e Energia (MME), capacidade ociosa de 13,4%, o que, mesmo assim, representa lucros estrondosos, como demonstra o mesmo Anuário:

Estima-se que a capacidade instalada da indústria vidreira nacional, em 2011, situou-se em 3,4 Mt, distribuída em embalagens (38,3%, 1,29 Mt), vidros planos (49,2%, 1,66Mt); domésticos (7,1%, 240 kt) e especiais (5,4%, 182 kt). Em 2011, estima-se que a produção total brasileira tenha atingido, aproximadamente, 3 Mt. (...) Estima-se que o faturamento das quatro áreas de vidro, em 2011, tenha sido de R\$ 5,5 bilhões (US\$ 3,3 bilhões). (...) A distribuição em valor em 2011 foi a seguinte: embalagens (32,6%, R\$ 1,771 bilhão), planos (32,4%, R\$ 1,782 bilhão), especiais (19,9%, R\$ 1,086 bilhão) e domésticos (15,1%, R\$ 828 milhões). (MME, 2012, p. 58).

A indústria vidreira no Brasil é composta por um pequeno número de empresas que pertencem, em sua maioria, a dois grupos econômicos: um francês – líder em vidros planos –, e outro estadunidense – líder na produção de embalagens para alimentos; além de um outro, japonês – esses três juntos detêm 70% do mercado mundial de vidros planos. Existem empresas brasileiras, porém, devido ao poder econômico dos primeiros, não são capazes de formar uma situação de real concorrência.

Um estudo sobre a cadeia produtiva do vidro, desenvolvido pelo Banco Nacional do Desenvolvimento do Econômico e Social (BNDES), explica que o caso brasileiro é um reflexo do mercado mundial:

O setor de vidro, que pode ser definido como oligopólio homogêneo, é dominado por grupos que atuam internacionalmente de forma direta ou através de associações comerciais. Estima-se que 80% da produção mundial de vidro sejam provenientes de empresas multinacionais pertencentes a esses grupos, enquanto os outros 20% são divididos entre pequenas e médias empresas regionais. (ROSA, COSENZA & BARROSO, 2007, p. 111).

Segundo a explicação dos autores do estudo, “*A elevada concentração é consequência, em grande parte, da densidade de capital necessária, além dos investimentos requeridos para capacitação gerencial e comercial.*” (ROSA, COSENZA & BARROSO, 2007, p. 112).

Em relação aos lucros, eles são viabilizados não só pela expansão do mercado, mas também por uma série de outras questões, como abundância de matérias-primas, baixa fiscalização ambiental, baixo custo de energia, exploração de mão de obra, dentre outros. Para entender tais afirmativas, é preciso analisar a cadeia de produção e de reciclagem de vidro no Brasil.

12.1 O processo de reciclagem do vidro e os benefícios ambientais

O vidro soda-cal é um material que pode ser reciclado infinitas vezes, sem perdas das qualidades, frente aos provenientes de matérias-primas virgens. No entanto, devido às condições de mercado e aos baixos custos das matérias-primas virgens, os índices de reciclagem ainda são baixos, se comparados a outros materiais. Segundo o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE):

Cerca de 47% das embalagens de vidro foram recicladas, em 2011, no Brasil, somando 470 mil ton/ano. Desse total, 40% é oriundo da indústria de envase, 40% do mercado difuso, 10% do "canal frio" (bares, restaurantes, hotéis etc) e 10 % do refugo da indústria. (CEMPRE, 2013).

O primeiro benefício da introdução do vidro é a diminuição da temperatura, que os fornos precisam alcançar para fundir os materiais, o que também significa diminuição no consumo de água.

Para cada 10% de caco de vidro na mistura economiza-se 3 a 4% da energia necessária para a fusão nos fornos industriais e reduz-se em 10% a utilização de água. O consumo médio de água na indústria vidreira é cerca de 1,0 m³/t. (MME, 2012, p. 58).

A reciclagem diminui a necessidade de areia quartzosa e calcário, diminuindo os impactos em habitats naturais que a exploração desses minerais causam. Ela, também, diminui a demanda por barrilha e gás natural importado.

12.2 A reciclagem do vidro em Pelotas-RS

Como mostrado anteriormente, a reciclagem do vidro em Pelotas é realizada, quase exclusivamente, a partir da coleta seletiva pública. Somente quando há o pagamento pela coleta, assim como a separação por catadores (trabalho não pago), é que a reciclagem de vidro é viável. Com base em outras bibliografias e nos estudos do mercado gaúcho de reciclagem, os baixos índices são explicados por dois fatores principais: baixa participação das embalagens de vidro no mercado (apenas 8,7%, como já citado) e pouca/nenhuma concorrência entre as empresas beneficiadoras/transformadoras.

Apenas a título de ilustração, em 2011 o consumo de vidro *per capita* brasileiro foi de 18,7 kg/hab, o que significa aproximadamente 1,56 kg/hab/mês. Ao considerar a reciclagem brasileira do ano, significa dizer que foram reciclados 0,74 kg/hab/mês.

Em Pelotas, depois da coleta de dados, foi constatado que a coleta seletiva pública detém a quase exclusividade da reciclagem de vidros na cidade. Dentre os mais de 25 compradores de recicláveis, apenas um revelou encaminhar 50 kg/mês de resíduos de vidro para a reciclagem. Porém, ele revelou que o faz porque aproveita o frete dos outros materiais que trabalha – no caso, peças de automóveis.

Para o Rio Grande do Sul como um todo, existem apenas duas empresas beneficiadoras, uma sediada em São José do Hortêncio e outra em Sapucaia do Sul. A primeira é especializada em vidros planos, como sucatas de vidraçarias e parabrisas – deste último, ela faz a separação e destinação de seus componentes não cristalinos. A segunda trabalha, além dos vidros planos, com as embalagens de vidro. Ambas, apenas, recolhem as sucatas geradas em Pelotas, alegando que o preço do frete é alto demais, o que inviabiliza a sua compra. As matérias-primas são, então, beneficiadas e abastecem a única indústria de reciclagem de vidros do RS, localizada na cidade de Campo Bom.

Essa indústria, que pertence ao grupo multinacional francês, utiliza os cacos na mistura dos fornos para produzir embalagens, principalmente de bebidas. A planta atende à demanda do mercado regional, grande produtor de uvas e derivados. Na sua linha de produção são utilizados como combustíveis o gás natural (proveniente da Bolívia) e óleo combustível.

De acordo com as informações do IPEA (2010), para se produzir uma tonelada de vidro são necessárias 1.088,96 kg de matérias primas virgens, 207,27 m³ de gás natural, 0,11 MWh e 1 m³ de água.

Quando há a reciclagem de uma tonelada de vidros, não há necessidade de outras matérias-primas, apenas energia para fundi-los. (CALDERONI, 2003, p. 195). Como consequência disso, a temperatura média do forno, que com matérias primas virgens é de 1.550°C, cai para 1.100°C²⁰. Nenhuma das bibliografias indica a diminuição do consumo de gás combustível. Visando contornar o impasse, utilizou-se o simples cálculo de proporção, o que resulta na economia de 43,47 m³. Outro

²⁰ “Com efeito, o vidro comum funde a uma temperatura entre 1000 e 1200°C, menor que temperatura da fabricação do vidro.” (MME, 2012, p. 58).

insumo que tem seu consumo diminuído é a água: 50% menos. A Tabela 33 compara os dados citados.

Tabela 37 – Comparação entre as vias de produção tradicional e da reciclagem de vidros.

	Matérias primas virgens	Sucata de vidro	Saldos
Material	kg	kg	kg
Areia	720,00	0	-720,00
Barrilha	198,11	0	-198,11
Calcário	115,20	0	-115,20
Dolomita	35,65	0	-35,65
Feldspato	20,00	0	-20,00
Sucata de vidro	0	1000	1000,00
Total	1088,96	1000	88,96
Água (m³)	1,00	0,5	-0,50
Energia			
Temp. média forno (°C)	1550,00	1.100,0	-292,00
Gás natural (m ³)	207,27	1,0	-43,47
Energia (MWh)	0,11	0,1	-0,10

Fonte: IPEA, 2010 & MME, 2012

De acordo com a coleta de dados, a quantidade mensal média de 2,6 toneladas de vidro, reintroduzidas pela coleta seletiva pública de Pelotas, permitiram a economia de 231,3 toneladas de matérias-primas virgens, 1,3 mil litros de água, 0,26 MWh de energia e 113m³ de gás natural. Quando se compara o vidro com as demais matérias primas e suas vantagens, percebe-se que a quantidade reciclada e os benefícios realmente são pequenos.

A coleta seletiva, como já foi alertado antes, não pode ser vista, apenas em escala local. Em Pelotas, ao se considerar a coleta seletiva constata-se que ela é inviável do ponto de vista econômico, em função de seus preços serem mais altos que a coleta orgânica.

Utilizando-se como base dados do IPEA (2010), calculou-se que os valores da coleta em Pelotas e os benefícios ambientais gerados pela reciclagem do vidro pela cidade são R\$ 920 em benefícios. No entanto, cabe aqui chamar a atenção

para um fato: a maior parte da reciclagem de vidro no Brasil, até hoje, só é viável por conta dos programas de coleta seletiva. Como mostra a Tabela 34, o custo deste tipo de coleta não compensa nem mesmo os benefícios ambientais. Neste caso, há uma total socialização dos prejuízos na escala local, pois são os cidadãos pelotenses que pagam a Coleta Seletiva Pública.

Tabela 38 – Os custos da coleta e reciclagem de vidro em Pelotas-RS

Benefícios relacionados ao processo produtivo		Benefícios (custos evitados) associados à gestão de resíduos sólidos		Benefícios totais	Qtde. reciclada	Benefício Gerado	Custos gerados pela coleta seletiva	Prejuízos socializados em escala local
(R\$/t)		(R\$/t)		(R\$/t)	(t)	(R\$)		(R\$/t)
Benefícios econômicos	Benefícios Ambientais	Coleta	Disposição final					(Coleta não-seletiva - coleta seletiva)
120	11	158,53		289,53	2,6	752,78	1051,08	-404,26

Fonte: Adaptado de IPEA, 2010

No Brasil, os fornos não são carregados somente com vidros, mas esses são misturados à matéria-prima virgem. O cálculo dos benefícios ambientais é relatado pelo próprio Ministério de Minas e Energia:

Para cada 10% de caco de vidro na mistura economiza-se 3 a 4% da energia necessária para a fusão nos fornos industriais e reduz-se em 10% a utilização de água. O consumo médio de água na indústria vidreira é cerca de 1,0 m³ /t. (MME, 2012, p. 58).

Apesar dos benefícios que a reciclagem (pode) proporciona(r), é preciso deixar claro que o vidro possui uma vantagem frente às outras embalagens: ele pode ser reutilizado por um número indeterminado de vezes.

12.3 Vidro: Reciclar ou retornar?

Como mostrado, anteriormente, os recipientes de vidro começaram a perder espaço no mercado, em função de suas características de peso, sensibilidade mecânica e dificuldades de armazenamento. Porém, no Art. 7º da Lei nº 12.305, onde são apresentados os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu segundo inciso consta a “não geração, redução, reutilização, reciclagem e

tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;” (PNRS, 2010, Art. 7º - grifado pelos autores). As embalagens de vidro podem ser fundamentais para o cumprimento dos três princípios destacados.

Isso se dá porque o vidro possui características especiais. Ao contrário do aço que oxida, do plástico e da celulose que se degradam com o tempo e a umidade, o vidro é inerte. *“Por isso, não reage quimicamente com a comida e a bebida que contém.”* (BRITGLASS, 2013, tradução livre). Tal característica permite o acondicionamento dos produtos por centenas de anos, a exemplo dos vinhos. Ademais, diferentemente *“(…) dos plásticos, papéis e metais, o vidro não amassa e pode ser lavado (sem deixar resíduos), permitindo que os frascos, principalmente as garrafas, sejam reutilizados diversas vezes.”* (ECO-LOGICO, 2013).

A logística reversa, proporcionada pelas embalagens de vidro, funciona em altos níveis até hoje, especialmente quando se trata de cervejas. O setor continua usando vidros, pois as garrafas PET (concorrentes para embalagens superiores à 500 ml), por não serem inertes, reagem com o produto e sua fina camada de polímeros permite a saída do gás carbônico, o que termina por degradar o sabor da bebida.

O consumo de alimentos embalados em recipientes de plástico ou metais, também, está ligado à comodidade do consumidor. Para aquisição de um novo produto, a devolução do recipiente anterior não é necessária. Isso “facilita” sua vida, pois ele não precisa carregar os recipientes vazios. No entanto, muitos não percebem que os preços pagos por produtos com embalagens não-retornáveis costumam ser mais altos.

As embalagens de vidro podem ser lavadas e reutilizadas por um número incontável de vezes, bastando para isso a conservação de sua integridade física. A atividade tem, entre seus impactos gerados, a lavagem dos recipientes, que é responsável pelo lançamento de águas residuais com soda cáustica em corpos hídricos. (MATA, 1998; AFONSO, 2008).

Existem muitos estudos comparativos entre os ciclos de vida de cada um dos materiais utilizados para embalagens, cada um com um resultado diferente. (MATA, 1998; VALT, 2004, AFONSO, 2008). No entanto, é inegável o aumento da produção de resíduos sólidos urbanos, a partir da década de 1990, em decorrência do advento das duas embalagens diretamente concorrentes com os recipientes de

vidro: o plástico e a caixa longa vida. Portanto, os estudos a serem feitos devem considerar não só os impactos da produção, o consumo e combustíveis ou os efeitos negativos/positivos da lavagem/reciclagem. Eles precisam considerar, também, o aumento dos gastos das prefeituras com os serviços de limpeza pública, assim como os resíduos sólidos que se espalham no meio, sobretudo pelo transporte deles pelos cursos d'água, danificando seriamente a fauna e a flora.

13. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Capítulo 6 abordou a questão da Coleta Orgânica Domiciliar e a Coleta Containerizada Absoluta. Por conta da população não fazer a separação dos resíduos da forma correta, em associação com a questão de saúde pública, optou-se por denominá-la de ***coleta não-seletiva pública***.

Esta coleta é realizada por uma empresa que, através de seu grupo econômico, está em fase de expansão e predominância neste mercado no Rio Grande do Sul, atuando na maioria de suas cidades de maior porte.

Ainda, neste mesmo capítulo, foi mostrado que as taxas de consumo e descarte na cidade de Pelotas são ascendentes. Isso se dá por funções tanto quantitativas quanto qualitativas. O crescimento populacional da cidade tem sido acelerado em função das migrações atraídas por conta do seu polo estudantil e das oportunidades de trabalho e renda geradas pelo Polo Portuário-Naval das vizinhas Rio Grande e São José do Norte. Configura-se, dessa maneira, o principal motivo pelo crescimento quantitativo.

Quanto ao crescimento qualitativo, ou seja, maior produção de resíduos secos, ele é resultado de uma tendência nacional que está incrementando o poder de compra dos brasileiros e, ademais, em função do próprio desenvolvimento econômico regional. Quanto maior a renda, maiores as taxas de consumo de produtos embalados e pré-prontos²¹. Automaticamente, os índices de descarte de resíduos secos aumentam e, conseqüentemente, incrementam-se os benefícios ambientais potenciais que a reciclagem pode proporcionar. Manter e, acima de tudo, incentivar programas de coleta seletiva é de extrema importância, rumo à diminuição da perda de benefícios ambientais e econômicos.

A coleta seletiva em Pelotas se mostrou com baixos índices de captação de materiais. Entretanto, é preciso deixar nítidos dois pontos: o primeiro é que a baixa captação não ocorre somente em Pelotas: trata-se de um problema nacional. Em estudo publicado pelo IPEA, em 2012, os autores elaboraram, a partir de dados de órgãos governamentais e associações de indústrias recicladoras, um diagnóstico apontando a participação dos programas oficiais de coleta seletiva na reciclagem de resíduos no território nacional, com dados de 2008. Como pode ser observado na

²¹ Do contrário, há uma tendência ao consumo de hortaliças compradas in natura.

Tabela 39, a participação da coleta seletiva pública, na reciclagem total dos materiais, não ultrapassa 37% do total reciclado no Brasil.

Tabela 39 – Estimativa da participação dos programas de coleta seletiva formal (2008)

Resíduos	Quantidade de resíduos reciclados no país (mil t/ano)	Quantidade recuperada por programas oficiais de coleta seletiva (mil t/ano)	Participação da coleta seletiva formal na reciclagem total
Metais	9.817,8	72,3	0,7%
Papel/papelão	3.827,9	285,7	7,5%
Plástico	962,0*	170,3	17,7%
Vidro	489,0	50,9	10,4%

Nota do original: * Dado de 2007

Fonte: IPEA, 2012, p. 5

Em Pelotas-RS, a situação é semelhante. De acordo com os dados fornecidos durante as entrevistas, a coleta seletiva municipal corresponde a apenas 7,75% do peso movimentado. O baixo percentual é explicado, principalmente, pelo baixo índice de participação da população em associação com o desvio dos materiais mais nobres pelos catadores avulsos.

Tabela 40 – Índices de participação da coleta seletiva pública na reciclagem em Pelotas-RS

Material	Coleta seletiva pública & cooperativas	Total movimentado pela reciclagem em Pelotas*	Participação coleta seletiva pública
Metais	19,9	1.146,40	1,70%
Celulose	110,5	723,10	15,30%
Plástico	35,6	389,60	9,10%
Vidro (cacos)	2,6	2,65	97,00%
Total/média	168,6	2.261,75	7,45%

Fonte: Adaptado de IPEA, 2012.

Quanto aos benefícios sociais, eles são, de certa maneira, questionáveis. É preciso explicitar que a imensa maioria dos materiais captados é proveniente de catadores. Estes, são pessoas que se encontram à margem da sociedade, vivendo, na maioria das vezes, em condições de extrema pobreza. São pessoas que “*Catam de dia para comer à noite*”, como falou um dos entrevistados.

A atividade de catação está diretamente ligada ao espaço urbano. Os mecanismos de produção capitalista buscam deter, ao máximo, o controle espacial sobre as mercadorias, até que elas cheguem ao consumidor final. Os produtos saem das fábricas em lotes, os quais são encaminhados para grandes centros varejistas. Estes os encaminham, em quantidades contadas, para os mercados para, finalmente, chegarem aos consumidores finais. Até essa parte do ciclo, cada unidade mercadológica é controlada em função delas formarem o cerne do que fornece os lucros para os empreendedores.

A partir do momento em que as mercadorias passam ao poder do consumidor, de imediato, o seu controle temporal e espacial é perdido. Temporal, pois não há como saber quando ele fará o consumo dos produtos. Espacial, pois os locais, onde os produtos serão consumidos, ficam dispersos no ambiente – seja ele urbano ou rural. E é nesse contexto que nasce o problema dos resíduos sólidos e, de qualquer maneira, sua solução parcial – pelo menos para a reciclagem.

Os resíduos, assim como os efluentes e os gases, são nocivos ao ambiente de acordo com sua concentração. Quanto mais concentrados, menor é o tempo que Gaia dispõe para absorvê-los e, conseqüentemente, mais perigosos eles se tornam. Ironicamente, é justamente essa mesma concentração que viabilizará os serviços que, se bem administrados, podem trazer a solução para o problema – neste caso, os diferentes tipos de coleta.

Com a concentração populacional em pequenos espaços, há um consumo maciço de mercadorias e, em proporções quase iguais, o descarte de resíduos – secos ou úmidos. É nesta situação que entra em ação o Estado – como legítimo controlador do território/espaço, através da implantação dos serviços de limpeza. Neste sentido, quanto maior a densidade populacional, mais barato aos cofres públicos tais serviços ficam. Um destes motivos é a questão da logística. A coleta é mais eficiente em função da quantidade arrecadada por litro de combustível, o que significa menor desgaste dos veículos e maior aproveitamento da mão de obra. Soma-se a isso a viabilização da atividade paralela desenvolvida pelos catadores de recicláveis, como mostra a Figura 41.

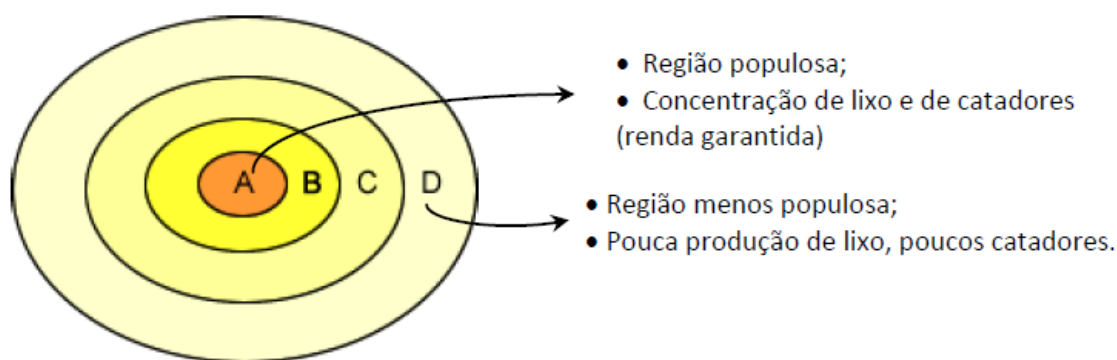


Figura 41 – A densidade populacional, a produção de resíduos e os catadores
Fonte: ABDI, 2010.

A atividade catação no Brasil é fruto de transformações sociais profundas que aconteceram nas últimas décadas no território nacional.

Nos últimos cinquenta anos, em virtude da mudança do padrão tecnológico no campo, das migrações e da dinâmica populacional, as cidades brasileiras passaram de 12 milhões para 130 milhões de pessoas, constituindo-se em um dos mais maciços processos de deslocamento populacional da história mundial. Esse processo deu origem aos cinturões de pobreza urbanos – especialmente metropolitanos -, formando um intenso estoque de reserva de mão-de-obra não qualificada, mal acomodada no subemprego. (DUPAS, 1999, p. 124).

Mas de quem é a culpa? Do sistema capitalista? Sim e não. Sim, pois é a busca pelo lucro, a todo custo, o principal responsável pela manutenção desses trabalhadores nas atuais condições. No entanto, quando se faz esse tipo de afirmação, não se chega a lugar algum, pois, ao mesmo tempo em que a culpa é do sistema, ou seja, de todos, a responsabilidade não é de ninguém. Portanto, é necessária uma análise mais aprofundada deste sistema para encontrar aqueles que podem reverter este quadro.

Parte-se da premissa básica de que o sistema capitalista é composto por instituições que, por sua vez, são compostas por pessoas. Dentre as principais instituições existentes em nosso sistema são as corporações e o Estado. As corporações buscam, de uma forma ou de outra, a aquisição crescente de lucros. Quanto ao Estado, teoricamente ele é responsável pela regulamentação das leis de mercado de forma a proteger os cidadãos e o ambiente das violências que as disputas ocasionadas pelos primeiros podem promover.

Entretanto, como mostra SANTOS (2008), o Estado moderno e neoliberal, por conta de seus representantes, não tem se empenhado pelo bem dos cidadãos, mas sim, empenhado em conceder favores às corporações.

(...) a proteção concedida à concentração e monopólios, financiamento direto ou indireto das grandes firmas, através da construção de infra-estruturas caras, a formação profissional, a promoção da indústria de base, os subsídios à produção e à exportação e todas as formas de acordo com as firmas dominantes da economia, tais como legislações fiscais discriminatórias, leis de investimentos e planos de desenvolvimento. Tudo isso certamente diminui a capacidade de investimentos dos Estados nacionais nos setores que interessam diretamente a população. (SANTOS, 2008, p. 161 – 162).

No caso de Pelotas (do estado do RS e da região como um todo) o que se observa são grandes corporações dominando o mercado da reciclagem, confirmando aquilo que CALDERONI (2003) havia colocado em seu trabalho:

(...) os industriais recicladores, possuem extraordinário poder de mercado: operam, ao mesmo tempo em regime de monopólio e de monopsonio. Quando não alcançam esse grau de concentração, chegam, ao menos, a operar em regime de oligopólio ou oligopsonio, sempre longe de uma situação de concorrência perfeita. (CALDERONI, 2003, p. 65).

Como se verificou ao longo deste trabalho, as afirmações de Milton Santos e Sabatai Calderoni se aplicam ao mercado gaúcho de reciclagem, pois foram observadas, além da ausência do Estado para regular e proteger os cidadãos (especialmente os catadores) dos abusos cometidos, a livre imposição de políticas monopolistas pelas empresas no território.

O Estado, aliás, é beneficiado de várias formas. Na esfera municipal, ele deixa de arcar com serviços de coleta e limpeza pública. Na escala estadual, além da diminuição do consumo e contaminação de água, ainda há a arrecadação do imposto sobre circulação de mercadorias, o ICMS, quando os compradores/industriais exportam as mercadorias para outros estados da federação. O governo nacional, por fim, beneficia-se de duas maneiras. A primeira reside na diminuição da demanda energética. A segunda é porque:

(...) a reciclagem proporciona uma quebra na cadeia produtiva das linhas industriais, implicando grandes economias de energia. A produção e distribuição de energia elétrica é de responsabilidade do Governo Federal. Quando várias fábricas utilizam-se de matérias-primas pré-processadas há uma diminuição na demanda por energia e, conseqüentemente, o governo

deixa de precisar investir em projetos bilionários de usinas produtoras (hidrelétricas, termelétricas etc.) e em redes de distribuição de energia. (AMARO & VERDUM, 2013, p. 14).

Como mostrado ao longo do trabalho, a reciclagem em Pelotas se dá tanto pré quanto pós-consumo, e os seus benefícios totais alcançam R\$ 1,59 milhão por mês, ou R\$ 19 milhões por ano, como mostra a Tabela 41.

Ao mesmo tempo em que todas as esferas do Estado ganham com a reciclagem (e o trabalho não pago), essa atividade, também, se torna o motivo para perdas causadas pela não-reciclagem dos materiais. No caso de Pelotas, os resíduos “úmidos” e rejeitos produzidos são dispostos numa área que já se encontrava em situação de degradação ambiental – uma antiga mina de carvão. O Aterro Sanitário no local pode, ao final de sua vida útil, recuperar as características topográficas anteriores à mineração de carvão, o que é, de certo modo, benéfico. Porém, enviar esses materiais para um local a 160 km de distância, talvez, não seja a melhor opção em termos logísticos. Contudo, isso se deve, em parte, às questões, sobretudo, geográficas.

O município de Pelotas se distribui em duas zonas geomorfológicas: a Planície Costeira e o Escudo Cristalino, cujas altitudes não ultrapassam 400 metros. A área urbana se encontra na Zona de Planície, cuja principal característica é o baixo índice altimétrico – em torno de 7 metros acima do nível do mar²² (DUARTE, KOESTER; ARNDT; 2008). Essa característica faz com que, em alguns pontos, haja o afloramento do lençol freático, o que torna as águas subterrâneas pelotenses sucessivas à contaminação por chorume originário de um aterro. Um aterro sanitário próximo à zona urbana, apesar de logisticamente ideal, torna-se um enorme desafio de engenharia, devido aos riscos ambientais que devem ser impedidos de se concretizarem.

Na região do escudo sul-rio-grandense, em sua “(...) *zona mais elevada, predominam as altitudes entre 100 e 300 metros.*” (PELOTAS, 2013b). Seria, portanto, esse o local mais adequado para a instalação de um aterro sanitário. Porém, até o momento não se tem informações sobre onde e quando (se é que) será instalado um empreendimento dessa natureza no município.

²²O mapa Geológico-Geomorfológico de Pelotas pode ser consultado no ANEXO 4.

Tabela 41 – Os benefícios totais da reciclagem de resíduos sólidos secos em Pelotas-RS

Material	Benefícios relacionados ao processo produtivo		Benefícios (custos evitados) associados à gestão de resíduos sólidos	Benefícios totais	Qtde. reciclada	Benefícios Prefeitura de Pelotas	Benefícios ambientais (indústria, governo federal e preservação)	Benefício Gerado
	(R\$/t)		(R\$/t)	(R\$/t)	(t/mês)	R\$/mês	R\$/mês	R\$/mês
	Benefícios econômicos	Benefícios Ambientais	Coleta + Disposição final	(Benefícios econômicos + custos evitados)				
Aço	127	74		359,53	1.050,7	166.567	211.191	377.758
Alumínio	2.715	339		3.212,53	95,7	15.171	292.268	307.439
Celulose	330	24	158,53	512,53	723,1	114.633	255.977	370.610
Plásticos	1.164	56		1.378,53	389,6	61.763	475.312	537.075
Vidro	120	11		289,53	2,6	412	341	753
Total mês					2261,7	358.547	1.235.089	1.593.660
Total ano								19.123.920

Fonte: Adaptado de IPEA, 2010, p. 8

A não instalação desse empreendimento em local próximo é benéfica, de certa forma. Os atuais preços pagos pelo transporte estimulam o desenvolvimento de alternativas que resultem na diminuição da quantidade de resíduos a serem enviados para o aterro. O fortalecimento da educação ambiental, que promova a diminuição da geração de resíduos, aliado a um aumento das taxas de participação da população na triagem dos resíduos para a coleta seletiva é um caminho que deve ser adotado. Somente, uma campanha como esta seria capaz de diminuir os índices de desperdícios em benefícios ambientais que a cidade faz por não reciclar seus resíduos secos.

Ao cruzar os dados compilados na Tabela 6 (Composição física média do resíduo domiciliar de Pelotas-RS, p.46) com os benefícios ambientais que podem ser proporcionados pela reciclagem de resíduos, percebe-se que a cidade perde cifras monetárias altas.

Ao se considerar que, em 2012, foram enviados para o aterro de Candiota 71.872,552 toneladas de resíduos, o que equivale à 5.990 toneladas por mês. Deste total, exclui-se os 70% da fração úmida e de resíduos não recicláveis, restando 1.800 toneladas de materiais secos. Se toda essa fração fosse reciclada, a Prefeitura poderia ter economizado uma quantia média de R\$ 285mil/mês em serviços de coleta e destinação final. Também, teriam sido gerados mais de R\$ 1,12 milhão em benefícios econômicos e ambientais. Ao todo, o potencial de serviços ambientais que a cidade dispõe para aproveitar pode chegar a marca de R\$ 1,4 milhão/mês, ou R\$ 16,8 milhões/ano. Os detalhes podem ser vistos na Tabela 42.

Tabela 42 – Os serviços ambientais desperdiçados em Pelotas-RS

Materiais	Percentual em peso	Peso (t)	Custo destinação (SANEP) (R\$ 158,53/t)	Benefícios		Potenciais desperdiçados (R\$)
				relacionados ao processo produtivo (indústria, governo federal e ambiente) (R\$/t)	Benefícios ambientais da reciclagem desperdiçados	
Metal ferroso	2,10	125,79	-19.941,49	354	-44.529,66	-64.471,15
Metal não ferroso	1,40	83,86	-13.294,33	1.220	-102.309,20	-115.603,53
Celulose	19,50	1.168,05	-185.170,97	201	-234.778,05	-419.949,02
Plásticos	3,90	233,61	-37.034,19	3054	-713.444,94	-750.479,13
Vidro	3,18	190,48	-30.196,79	131	-24.952,88	-55.149,67
Total mensal	30,08	1.801,79	-285.637,77		-1.120.014,73	-1.405.652,50
Total anual		21.621,48	-3.427.653,22		-13.440.176,76	-16.867.829,93

Fonte: Adaptado de IPEA, 2010, p. 8

Os altos índices de perdas ocorrem, em grande parte, pelos baixos índices de participação da população no programa de coleta seletiva, o que, devido aos custos totais que toda a estrutura exige, acaba por torná-la cara aos cofres públicos. Como foi mostrado no Capítulo 7, atualmente, são coletadas 150t/mês, retiradas 26t de rejeitos e acrescentando-se os repasses, o custo médio da tonelada é de R\$ 1.049,30/t.

Porém, se houvesse a captação total dos materiais secos, seus preços com certeza seriam mais baixos. Se além das atuais taxas de captação, fossem incrementadas as 1.800 toneladas de materiais secos, mantendo-se as taxas de 39% de rejeitos, temos o potencial de produção de 1.189,5 toneladas de materiais para reciclagem e 760,5 toneladas de rejeitos.

Todas as cooperativas da cidade possuem capacidade ociosa, em função da baixa captação de materiais – em algumas, essa taxa ultrapassa 60%. Supondo que as mesmas cooperativas tenham, em média, 50% de capacidade ociosa e que aumentassem o quadro de colaboradores, é bem provável que elas possam fazer a triagem de 500 toneladas mensais. Calculando-se que seja necessária a contratação de mais uma equipe de coleta (pois essas também operam com capacidade ociosa), o preço médio por tonelada seria reduzido em 40,5%, passando a ser R\$ 425,30/t.

Tabela 43 – Estimativa de preços com o aumento da eficiência da coleta seletiva - valores mensais

Potencial a ser coletado	Custo equipes coleta seletiva	Repasses cooperativas	Produção de rejeitos	Preço retirada rejeitos (Coleta + Transbordo)	Custo retirada de rejeitos	Custo total	Custo médio
(t)	R\$/mês	R\$/mês	(t)	R\$/mês	R\$/mês	R\$/mês	R\$/t
500	125.000,00	55.000	195	167,39	32.641,05	212.641,05	425,30

Fonte: Elaborado a partir de SANEP 2013^a & entrevistas

Para as 1.300 toneladas restantes, concorda-se com as ideias defendidas por alguns técnicos da divisão de reciclagem de resíduos secos do DMLU, que consiste na criação de uma grande usina de triagem (equipada

com equipamentos industriais²³) com capacidade equivalente. A partir disso, pode-se centralizar e massificar a produção, diminuindo seus custos.

Uma maior captação de materiais, por parte da coleta seletiva pública, seria uma saída rumo à independência das cooperativas, as quais poderiam vender diretamente para as indústrias, por preços bem mais atrativos. A produção em massa, também pode ser uma oportunidade para a diminuição da produção de rejeitos. As taxas de produção de materiais inaproveitáveis são elevadas por conta, principalmente, das atuais condições que o mercado rio-grandense de recicláveis impõem/está limitado. Caso aconteça uma produção em massa, a venda de materiais com preços atrativos, o que atualmente não são, poderá ocorrer.

Salienta-se, no entanto, que se as lideranças políticas e empresariais da cidade desejarem seguir as premissa da Lei 12.305, existe a necessidade de investimentos no setor (indústrias da reciclagem, por exemplo) e, antes disso, pesquisas aprofundadas sobre o tema.

13.1 A reciclagem de resíduos sólidos em Pelotas-RS: entre circuitos e redes.

Ao longo deste trabalho mostrou-se que os compradores de recicláveis de Pelotas são abastecidos, tanto com mercadorias provenientes da própria cidade quanto de cidades vizinhas. Por conta disso, é possível a conclusão de que a cidade funciona como um polo regional distribuidor. A malha de captação começa nas cidades do Chuí e de Santa Vitória do Palmar, por um extremo, e Jaguarão, no outro, além de todas as cidades que lhe fazem fronteira.

Quando se aborda a destinação dos materiais, eles podem ser beneficiados/retransformados na própria cidade ou percorrer caminhos rumo ao centro do País, cujo limite é o Estado de São Paulo. Inclui-se nessa rede a região metropolitana de Porto Alegre, os municípios do nordeste gaúcho, alguma cidades de Santa Catarina e do Paraná. Essa malha, também, possui uma ramificação em direção sul que adentra o território uruguaio.

²³Esteiras rolantes de triagem, ímã para separação de metais, prensas de grande porte, etc.

Em relação à geografia das redes, ela se estende, a partir de Pelotas, em duas direções: Norte e Sudoeste. Ao norte, o fixo mais distante está no estado de São Paulo, e ao sudoeste, o limite se dá dentro do território uruguaio (Figura 42).

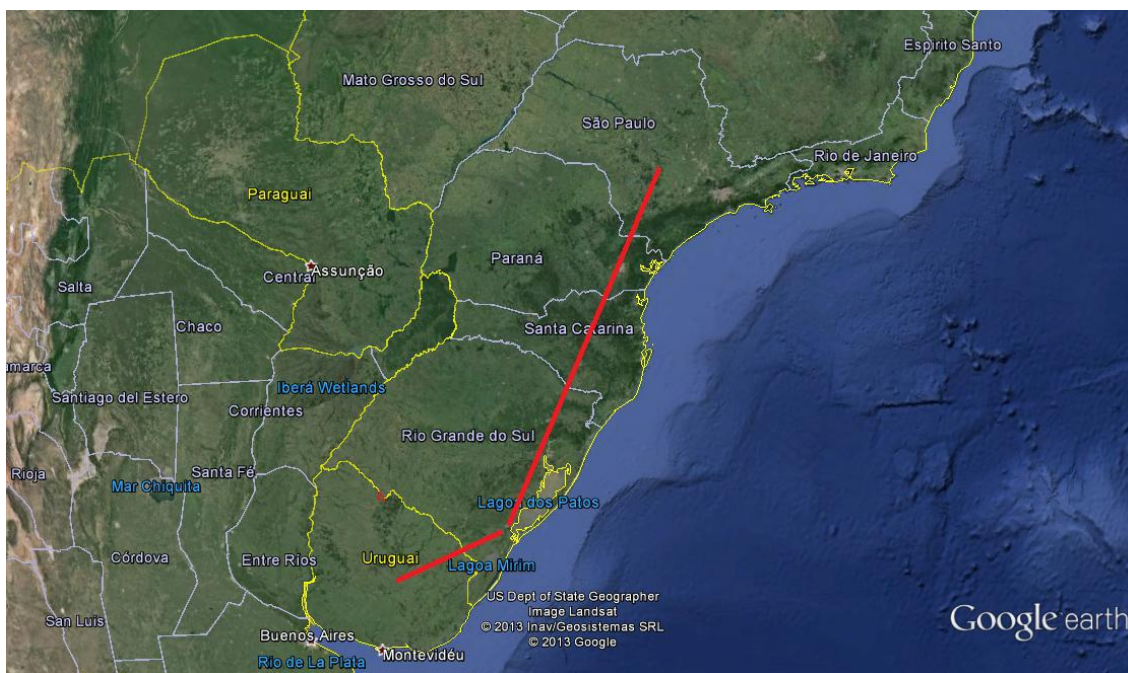


Figura 42 – Os fixos e fluxos máximos da reciclagem de resíduos sólidos em Pelotas-RS

Na mesma linha teórico-geográfica, a reciclagem de resíduos em Pelotas utiliza-se de atividades nos três circuitos: o inferior é representado pelas cooperativas, catadores e pequenos compradores locais; o superior marginal são os compradores regionais. Eles ocupam uma posição intermediária no sistema da reciclagem. Por possuírem os materiais nas quantidades e qualidades que as indústrias precisam, esses benfeitores detêm certo poder de barganha frente às últimas. Muitas vezes, são eles que escolhem para onde as mercadorias serão enviadas, podendo até mesmo exportá-las para outros países – como foi mostrado no caso da celulose – o que causa transtorno às poderosas indústrias, pois desestabiliza suas situações mercadológicas mono/oligopolistas e, automaticamente precisam pagar preços competitivos pelas matérias-primas, o que termina por diminuir

parte de seus lucros²⁴. Por conta do poder que dispõem, eles se tornam os “*banqueiros do sistema*”. (VERDUM, 2000).

Por último, as indústrias/grandes grupos econômicos monopolistas/oligopolistas demarcam o circuito superior. A Figura 43 ilustra essa distribuição.

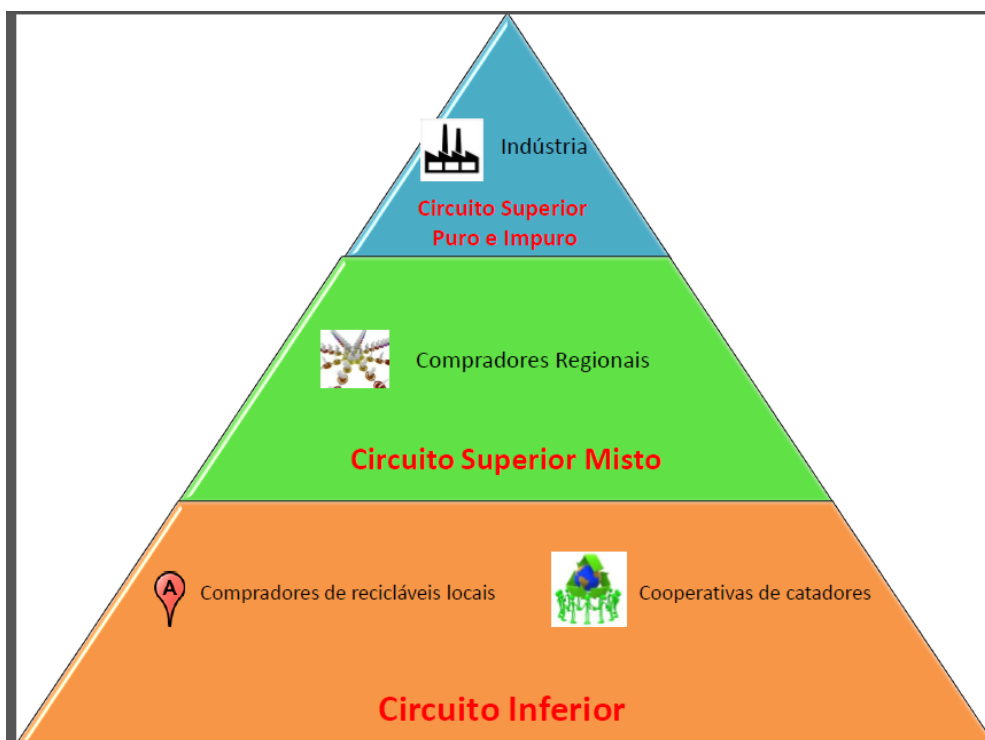


Figura 43 – A reciclagem em Pelotas e os circuitos econômicos
Fonte: Elaboração própria.

A partir do que foi exposto ao longo desse trabalho, é averiguada a possibilidade do apontamento de algumas conclusões sobre os serviços ambientais gerados e desperdiçados pela (não) reciclagem de resíduos sólidos em Pelotas-RS.

²⁴ Exemplo recente foi mostrado pelo jornal Folha de São Paulo na reportagem “Exportação de sucata divide siderúrgicas e sucateiros”, disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/1186285-exportacao-de-sucata-divide-siderurgicas-e-sucateiros.shtml>>, acessado em 30 de dezembro de 2013.

14. CONCLUSÃO

Caso a PNRS fosse seguida à risca, quanto à diretriz de enviar para aterros sanitários apenas os rejeitos, os benefícios seriam grandes. Se todo material reciclável antes fosse reciclado, a prefeitura estaria economizando, em seu sistema de coleta não-seletiva, em torno de R\$ 3,4 milhões/ano. Se somarmos o montante com os benefícios ambientais que cada um dos materiais proporciona, o potencial seria de R\$ 16,88 milhões/ano. Isso implica grandes desafios para a cidade de Pelotas como um todo, ou seja: geradores de resíduos, Prefeitura e empresários.

De acordo com os cálculos desenvolvidos ao longo deste trabalho, os serviços ambientais gerados pela reciclagem de resíduos sólidos secos em Pelotas são da ordem de R\$ 1,5 milhão por mês. Por conta disso, acredita-se que a hipótese sobre a possível averiguação dos benefícios gerados pela reciclagem de resíduos sólidos em Pelotas foi corroborada.

Simultaneamente à contabilização dos benefícios ambientais gerados, ficou claro que eles são, em sua grande maioria, gerados pela exploração dos catadores de recicláveis. É necessária a elaboração de políticas públicas para que as grandes empresas recicladoras sejam pressionadas a pagarem preços justos pelo trabalho dos catadores.

A coleta seletiva pública possui, como em todo Brasil, baixos índices de participação na reciclagem de resíduos sólidos em Pelotas, respondendo por apenas 7,45% do mercado. Esse índice é explicado pela baixa participação da população e pelo desvio de materiais pelos catadores avulsos, anteriormente à coleta.

A reciclagem em Pelotas, especialmente por conta da distribuição das indústrias, possui extensa área de abrangência: desde o vizinho Uruguai até o estado de São Paulo. Dentro dessa mesma estrutura é possível a visualização dos três circuitos econômicos, sendo o circuito inferior representado pelas cooperativas e os compradores locais, o circuito superior marginal pelos compradores regionais e, por último, as indústrias mono/oligopolistas representam o circuito superior.

A partir dos resultados acredita-se que a Prefeitura de Pelotas/SANEP, juntamente, com as cooperativas, podem realizar estudos mais aprofundados

sobre o tema, de forma a permitir que as últimas possam vender mais, e com melhores preços, seus produtos. É uma das melhores formas de aumentar as divisas dessas organizações.

Quanto à coleta seletiva pública, pode-se crer que existem formas para o SANEP aumentar sua eficiência: incrementar a educação ambiental, terceirizar a coleta para empresa concorrente e, em casos extremos, valer-se da força da lei, aumentando a fiscalização e aplicando multas aos residentes que não fizerem a separação adequada dos resíduos.

Em relação ao Governo do Rio Grande do Sul, também, aponta-se a necessidade de estudos mais aprofundados e ações/planejamentos que abranjam o desenvolvimento desses mercados por todo o Estado, de forma a aumentar a eficiência econômica da reciclagem, obedecendo às diretrizes da PNRS, e incentivar o desenvolvimento sustentável.

O Governo Federal, por sua vez, deve desenvolver medidas que amenizem os impactos negativos causados pelos monopólios e oligopólios no território nacional. Como demonstrado nesse estudo, eles se mostram como um dos maiores obstáculos ao cumprimento das diretrizes da PNRS.

Quanto aos catadores, eles devem estar juntos, através de representações de categoria, em busca, não só de políticas econômicas melhores, mas no combate à imposição de preços pelos fornecedores. Está na hora deles, enquanto categoria, mostrarem o valor de seu trabalho e boicotarem práticas de preços abusivos.

Por último, mas nem por isso menos importante, todos os geradores (pessoas físicas e jurídicas) devem se esforçar em diminuir a produção de resíduos e, caso isso não seja possível, separá-los e dispô-los para as coletas apropriadas. Somente com a participação de todos será possível o aproveitamento integral de todos os serviços ambientais que Pelotas pode, e deve, desfrutar.

Futuramente, com os conhecimentos adquiridos ao longo dessa pesquisa, pretende-se investigar a dinâmica do mercado de reciclagem de resíduos sólidos do/no Estado de São Paulo. A iniciativa terá como objetivo a elaboração e implantação de projetos de coleta seletiva e de compostagem em cidades da região oeste, de acordo com as premissas já adotadas pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre.

REFERÊNCIAS

ABDI. **Caracterização da cadeia petroquímica e da transformação de plásticos.** Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20da%20Cadeia%20Petroqu%C3%ADmica%20e%20de%20Tranforma%C3%A7%C3%A3o%20de%20PI%C3%A1sticos.pdf>>. Acesso em: 24 de dezembro de 2013.

ABAL. **Anuário Estatístico Associação Brasileira de Alumínio 2010.** Disponível em: <<http://www.abal.org.br/servicos/biblioteca/anuario2010.asp>>, consultado dia 20 de novembro de 2011.

ABAL. **Localização da indústria.** 2013. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/aluminio/localizacao-da-industria/>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2013.

ABAL. **Preço da sucata.** Disponível em: <<http://www.abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/preco-da-sucata/>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2013.

ABAL. **Reciclagem no Brasil.** Disponível em: <<http://www.abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/reciclagem-no-brasil/>>. Acesso em 18 de dezembro de 2013.

ABIVIDRO. **Reciclagem no Brasil.** Disponível em: <<http://www.abividro.org.br/reciclagem-abividro/reciclagem-no-brasil>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2013.

Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM). **Estudo prospectivo do setor metalúrgico.** Brasília: 2008. Disponível em <http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_18_16_42_43_32042.pdf>. Acesso em: 21 de novembro de 2013.

ABNT. **NBR 10.004.** Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT. **NBR 13.230.** Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ABM. **Estudo prospectivo do setor metalúrgico.** Brasília: 2008. Disponível em <http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_18_16_42_43_32042.pdf>. Acesso em: 21 de novembro de 2013.

ABIPLAST. **Palavra do Presidente.** Disponível em <<http://www.abiplast.org.br/abiplast/palavra-do-presidente>>, consultado dia 18 de novembro de 2013a.

ABIPLAST & SINDIPLAST. **Aplicações das principais resinas plásticas.** Disponível em <<http://file.abiplast.org.br/download/aplicacoesresinasplasticas.pdf>>, consultado dia 10 de novembro de 2013.

ABIQUIM. **Resinas termoplásticas**. Disponível em <<http://www.abiquim.org.br/comissao/setorial/resinas-termoplasticas-coplast/especificidade/sobre-o-produto>>. Acesso em 30 de novembro de 2013.

AFONSO, Rui Vieira. **Estudo da sujidade de garrafas de tara retornável e da eficiência de remoção numa lavadora industrial**. Dissertação. Mestrado integrado em engenharia química. Porto-PT: 2008. Universidade do Porto.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2012**. São Paulo: 2013. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>> . Acesso em: 15 de dezembro de 2013.

AGENCIA BRASIL. **Consumo de água por habitante no Brasil é estável**. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2011-09-11/consumo-de-agua-por-habitante-no-brasil-e-estavel>>, consultado dia 26 de novembro de 2013.

AMARO, Aurélio Bandeira; VERDUM, Roberto. **Análise dos serviços ambientais dos catadores de materiais recicláveis**. In: 14^o Encontro de Geógrafos da América Latina. 2013. Lima: Peru. **Anais...**Lima, Peru. Disponível em: <<http://www.egal2013.pe/6-problematika-ambiental-cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo-2/>>. Acesso em 24 de dezembro de 2013.

ANAP. **Relatório Anual 2012**. Disponível em: <<http://anap.org.br/wp-content/uploads/2012/07/Relat%C3%B3rio-Anual-ANAP-v2.pdf>>. Acesso em 17 de dezembro de 2013.

BNDES. **Potencial de Investimentos no Setor Petroquímico Brasileiro 2007-2010**. Ano de publicação: 2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/Livro/200706_2.html>. Acesso em 24 de novembro de 2013.

BNDES. **Perspectiva de investimento 2010 – 2013**. *O potencial de investimento nos setores florestal, de celulose e papel*. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Paginas/perspectivas_investimento2010.html>. Acesso em: 16 de dezembro de 2013.

BOSON, Patrícia Helena G. **NT Gestão Ambiental: Marcos Regulatórios e gestão de utilidades**. In: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM). **Estudo prospectivo do setor metalúrgico**. Brasília: 2008. Disponível em <http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_19_9_13_4_10820.pdf>. Acesso em: 26 de novembro de 2013.

BOTT, Ivani de S. **Nota técnica: Mercado e produtos**. In: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM). **Estudo prospectivo do setor metalúrgico**. Brasília: 2008. Disponível em <http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_19_9_13_4_10820.pdf>. Acesso em: 24 de novembro de 2013.

BRACELPA. **Conjuntura Bracelpa**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/conjuntura/CB-060.pdf>>. Acesso em: 16 de dezembro de 2013.a

_____. **Dados do Setor**. *Novembro de 2013*. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/booklet.pdf>>. Acesso em: 16 de dezembro de 2013.b

_____. **Processos**. Disponível em <<http://bracelpa.org.br/bra2/?q=node/169>>. Acesso em 17 de dezembro de 2013.c

_____. **Tipos e aplicações**. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/181>>. Acesso em 16 de dezembro de 2013.

BRASIL. IPEA. **Relatório de Pesquisa: Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010.

BRASIL. MCT. **Emissões de gases de efeito estufa nos processos industriais - produtos minerais (Parte II)**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/geesp/file/docs/publicacao/nacional/2_comunicacao_nacional/rr/processos_industriais/brasil_mcti_cal.pdf>. Acesso em: 12 de dezembro de 2013.

BRASIL. MMA. **A agenda 21**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em 6 de janeiro de 2013.

BRASIL. MME. **Perfil do Calcário 2009**. Brasília: 2010. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P27_RT38_Perfil_do_Calcxrio.pdf>. Acesso em: 24 de novembro de 2013.

BRASIL. MME. **Anuário estatístico do setor metalúrgico 2012**. Brasília: SGM, 2012a.

BRASIL. MME. **Anuário estatístico do setor transformação de não metálicos. 2012b**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/publicacoes/Anuarios/anuario_ao_metalicos_2012.pdf>. Acesso em: 12 de dezembro de 2013.

BRASIL, Presidência da República. **Decreto nº 7.404: Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 de dezembro de 2010, Número 245-A, Seção 1, p 1–6.

BRASIL, Presidência da República. **Decreto nº 7.405. Institui o Programa Pró-Catador, denomina Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis o Comitê Interministerial**

da *Inclusão Social de Catadores de Lixo criado pelo Decreto de 11 de setembro de 2003, dispõe sobre sua organização e funcionamento, e dá outras providências*. Brasília, DF, 23 de dezembro de 2010, Número 245-A, Seção 1, p. 7.

BRASIL, Presidência da República. **Decreto nº 7.619**: *Regulamenta a concessão de crédito presumido do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI na aquisição de resíduos sólidos*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 de novembro de 2011. Número 223, Seção 1, p. 1.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 11.445**: *Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências*.Diário Oficial da União. Brasília, DF, 8 de janeiro de 2007. Número 5, Seção 1, p.1-7.

BRASIL, Presidência da República. **Lei 12.305**: *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010. Número 147, Seção 1, p. 3-7.

BRASIL, Presidência da República. **Resolução nº 10**. *Divulgar as estimativas da População, para Estados e Municípios com data de referência em 1º de julho de 2013, constantes da relação anexa, para os fins previstos no inciso VI do Art. 1º da Lei nº 8.443, de 16 de julho de 1992 – Anexo*. Brasília, DF, 29 de agosto de 2013, Número 167, Seção 1, p. 65 – 83.

BRASKEM. Cadeia petroquímica. Disponível em: <<http://www.braskem-ri.com.br/Show.aspx?IdMateria=S2L0aDOdBVAqXGFULAgZ5g==#02>>. Acesso em: 10 de novembro de 2013.

BRITGLASS. **Reusing jam jars**. Disponível em: <<http://www.britglass.org.uk/reusing-jam-jars>>. Acesso em 15 de dezembro de 2013.

BURGOS, Rosalina. **Periferias Urbanas da Metrópole de São Paulo: Territórios base da indústria da reciclagem no urbano periférico**. Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CALDERONI, Sabetai. **Os bilhão\$ perdido\$ no lixo**. São Paulo: Humanitas Publicações FFCLH/USP, 1999.

CALDERONI, Sabetai. **Os Bilhões Perdidos no Lixo**. 4ª Edição. São Paulo: Humanitas FFLCH/USP, 2003. 346 p.

CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia. 2010. 327p.

CARTA MAIOR. **Indústria do alumínio:A floresta virada em pó**. Disponível em: <<http://www.cartamaior.com.br/?/Editoria/Meio-Ambiente/Industria-do-aluminio-A-floresta-virada-em-po%0D%0A/3/18218>>. Acesso em 17 de dezembro de 2013.

CELULOSE RIOGRANDESE. **Produtos**. Disponível em: <<http://www.celulose.riograndense.com.br/produtos>>. Acesso em 16 de dezembro de 2013.

CHEMALE Jr., Farid; TAKEHARA, Lucy. **Minério de Ferro: Geologia e Geometalurgia**. São Paulo: Blucher & ABM. 2013.

CEMPRE. **Vidros**. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ft_vidros.php>. Acesso em: 12 de dezembro de 2013.

CORREIO DO ESTADO. Novas reservas de ferro superam um terço do total já conhecido. Disponível em <http://www.correiadoestado.com.br/noticias/novas-reservas-de-ferro-superam-um-terco-do-total-ja-conheci_7031/>. **Acesso em:** 22 de novembro de 2013.

DIÁRIO POPULAR. **Deputados protocolam projetos para criação de região metropolitana na Zona Sul**. Disponível em: <http://www.diariopopular.com.br/tudo/index.php?n_sistema=3056&id_noticia=NzQ3MzY=&id_area=Mg==>. Acesso em: 19 de dezembro de 2013.

DNPM. **Anuário Mineral 2010**. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/AMB2010/2010_subst_A_E.pdf>. Acesso em: 24 de novembro de 2013.

_____. **Sumário Mineral 2012**. Brasília: 2012. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=2263>>, Acesso em 2 de dezembro de 2013.

FILHO, Boaventura Mendonça d'Ávila & SETEPLA. **Nota técnica 03**. Brasília: 2008.

FREIRE, Vinicius Torres. **Cadeia de Plástico prevê falta de insumo**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi1304200810.htm>>, consultado dia 15 de novembro de 2013.

DUPAS, Gilberto. **Economia global e exclusão social- pobreza, emprego, estado o futuro do capitalismo**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

ECOCYCLE. **Plásticos: como se dá a reciclagem e no que se transformam?** Disponível em <www.ecycle.com.br/component/content/article/35/711-plasticos-como-se-da-a-reciclagem-e-no-que-se-transformam.html>. Acesso em: 14 de outubro de 2013.

ECO-LOGICO. **A reciclagem do vidro**. Disponível em: <http://www.eco-logico.co/reciclagem-de-lixo-vidro/>>. Acesso em 15 de dezembro de 2013.

FILHO, Boaventura Mendonça d'Ávila . **Nota técnica:Metálicos para Aciarias Sucatas, Gusa, Ferro Esponja**.In: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM). **Estudo prospectivo do setor metalúrgico**.Brasília: 2008.

Disponível em: <http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_19_9_9_56_32042.pdf>. Acessado em: 25 de novembro de 2013.

FORBES BRASIL. **Leite no vidro entregue na porta de casa, igual aos "Anos Dourados", volta a ser realidade em SP.** Disponível em: <<http://forbesbrasil.br.msn.com/blogs/francoiseterzian/post.aspx?post=578ef19c-d14b-4fc1-ba1d-2e365f86af34>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2013.

FURTADO, Bernardinho. **Ar tão poluído como o da capital paulista. Pesquisa da USP conclui que a extração de minério de ferro produz uma poeira que causa ou agrava doenças respiratórias.** O ESTADO DE MINAS, Belo Horizonte. 17/12/2006.

GERDAU. **Produção do aço - ilustração.** Disponível em: <https://www.gerdau.com/produtos-e-servicos/PRODUTOS_SERVICOS_IMAGEM/5.file.axd>. Acesso em: 20 de dezembro de 2013.

IAB. **Relatório de sustentabilidade 2013.** Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/sustentabilidade/downloads/relatorio_sustentabilidade_2013v3.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2013.

IAB & CNI. **A indústria do aço no Brasil.** 2012. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/sustentabilidade/downloads/livro_cni.pdf>. Acesso em: 25 de novembro de 2013.

IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

IBRAM. **Informações e análises da economia mineral brasileira.** 6ª edição. Brasília: 2011. Disponível em <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00001669.pdf>>. Acesso em: 21 de novembro de 2013.

IPT & CEMPRE. **Manual do gerenciamento integrado.** São Paulo: 1995.

ITAU. **Macro Setorial. Siderurgia: cenário ainda desafiador em 2013 e em 2014.** Disponível em: <https://www.italu.com.br/_arquivosstaticos/italuBBA/contents/common/docs/201308_MACRO_Setorial_Siderurgia.pdf>, consultado dia 30 de novembro de 2013.

JORNAL CORREIO DO ESTADO. **Novas reservas de ferro superam um terço do total já conhecido.** Disponível em: <http://www.correiodoestado.com.br/noticias/novas-reservas-de-ferro-superam-um-terco-do-total-ja-conheci_7031/>. Acesso em: 20 de novembro de 2013.

JORNAL CORREIO DO POVO. **Estação de Resíduos opera até 300 t/dia.** 1/07/2012. Disponível em: <<http://www.correiodopovo.com.br/impresao.Aspx?Noticia=438926>>. Acesso em 10 de outubro de 2013.

JORNAL DIÁRIO POPULAR. **Cidade: Prefeitura adquire área para ampliar aterro.** 18/02/2007. Disponível em: <http://srv-net.diariopopular.com.br/18_02_07/p0301.html>. Consultado dia 20 de maio de 2013.

JORNAL O GLOBO. **Donos de mineradoras sem licença para funcionar são presos.** *Em Minas Gerais, mineradoras sem autorização para funcionar estão destruindo grutas ao explorar calcário.* Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornaldaglobo/0,,MUL1530924-16021,00-DONOS+DE+MINERADORAS+SEM+LICENCA+PARA+FUNCIONAR+SAO+PRESOS.html>>. Acesso em: 25 de novembro de 2013.

KLOCK, UMBERTO [et. al.]. **Manual da Química da Madeira.** 3 ed. Curitiba: 2005. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/quimicadamadeira.pdf>>. Acesso em 16 de dezembro de 2013.

LIPOVETSKY, Gilles. **A Felicidade Paradoxal: Ensaio sobre a sociedade do hiperconsumo.** Tradução Maria Lucia Machado – São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

LOVELOCK, James. **Um novo olhar sobre a vida na terra.** Tradução de Maria Jorgina Segurado. Rio de Janeiro: Edições 70, 1987.

MARIANO, Jacqueline Barbosa. **Impactos ambientais do Refino de Petróleo.** Dissertação de mestrado. Disponível em <<http://ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/jbmariano.pdf>>, consultado dia 18 de novembro de 2013.

MARTH, Jonathan Duarte; KOESTER, Edinei; ARNDT, Arthur Lacerda. **Mapa Geológico-Geomofológico do Município de Pelotas, RS.** In: XVII Congresso de Iniciação Científica e X Encontro de Pós-Graduação, novembro de 2008. UFPEL. **Anais eletrônicos...**Pelotas.

MÁRTIREZ, Raimundo Augusto Corrêa. **Alumínio.** MME – DNPM. Brasília: 2010. Disponível em: <http://simineral.org.br/arquivos/Economia_Mineral_Do_Brasil_2009_-_Aluminio_-_DNPM.pdf>, consultado dia 14 de novembro de 2011.

MATA, Teresa Margarida Correia de Poço. **Comparação de Processos de Reutilização/Reciclagem Usando a Metodologia de Análise de Ciclo-de-Vida.** Dissertação. Engenharia Ambiental. Porto-PT: 1998. Universidade do Porto.

MONTEROSSO, Édson Plá. **Projeto de reciclagem de lixo e de educação ambiental nas escolas no município de Pelotas-RS.** [Não publicado]

MOURÃO, Marcelo Breda. **Introdução a siderurgia.** 1ª Ed. São Paulo: ABM, 2007.

NEAS. **Projeto adote uma escola.** Disponível em: <<http://sanep-neas.blogspot.com.br/p/adote-uma-escola.html>>. Acesso em: 17 de outubro de 2013.

ONU. Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

OSÓRIO, Eduardo; VILELA, Antônio; SAMPAIO, Carlos. **Nota Técnica: Carvão e coque**. In: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM). **Estudo prospectivo do setor metalúrgico**. Brasília: 2008. Disponível em: <http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_19_11_18_10_21931.pdf>. Acessado em: 23 de novembro de 2013.

PAINEL FLORESTAL. **Brasil deve subir ao 3º lugar no ranking dos maiores produtores de celulose do mundo**. Disponível em:<<http://www.painel-florestal.com.br/brasil-deve-subir-ao-3-lugar-no-ranking-dos-maiores-produtores-de-celulose-do-mundo>>. Acesso em 16 de dezembro de 2013.

PASSET, René. **A co-gestão do desenvolvimento econômico e da biosfera**. Cadernos de desenvolvimento e meio ambiente, Curitiba, n 1, p. 15 – 31, 1994.

PELOTAS. Gabinete da Presidência Câmara Municipal. **Lei nº 4.354**. *Dispõe sobre o Código Municipal de Limpeza Urbana de Pelotas e dá outras providências*. Pelotas-RS, 11 de março de 1999.

PELOTAS. **Sanep implanta coleta containerizada**. 18/10/2011. Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/noticias/detalhe.php?controle=MjAxMi0wMi0wNw==&codnoticia=29742>>. Acesso em: 20 de agosto de 2013.

PELOTAS. **Geração de energia a partir de lixo urbano**. 3/05/2012. Disponível em: <www.pelotas.rs.gov.br/noticias/detalhe.php?controle=MjAxMi0wNS0wMw==&codnoticia=30745>. Acesso em: 10 de maio de 2012.

PELOTAS. SANEP. **Planilhas de pesagem e preços da coleta de resíduos domésticos** – *Documentos internos*. 2013a.

PELOTAS. **Plano Ambiental de Pelotas** (Versão preliminar). Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/qualidade-ambiental/plano-municipal/arquivos/plano-municipal-meio-ambiente-pelotas.pdf>>. Acesso em 22 de dezembro de 2013c.

PELOTAS. **Projeto básico de ampliação de aterro controlado com recuperação de área degradada**. Disponível em: <http://www.pelotas.rs.gov.br/interesse_licitacoes/arq_objeto/07-06-01_16:34_490_Projeto.basico.pdf>. Acesso em 22 de dezembro de 2013b

PELOTAS. **Taxa de lixo: Prefeito decide não enviar proposta à Câmara**. 05/12/2013. Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/noticias/detalhe.php?controle=MjAxMy0xMi0wNQ==&codnoticia=35714>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2013.

PLASTIVIDA (Instituto sócio-ambiental do plásticos). **Os plásticos**. Disponível em: <<http://www.plastivida.org.br/2009/Default.aspx>>, consultado dia 8 de novembro de 2013a.

PLASTIVIDA (Instituto sócio-ambiental do plásticos). **Reciclagem química**. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/2009/Reciclagem_Quimica.aspx>, consultado dia 8 de novembro de 2013b.

PLASTIVIDA (Instituto sócio-ambiental do plásticos). **Reciclagem Mecânica**. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/2009/Reciclagem_Mecanica.aspx>, consultado dia 8 de novembro de 2013c.

PLASTIVIDA (Instituto sócio-ambiental do plásticos). **Monitoramento dos Índices de Reciclagem Mecânica de Plástico no Brasil (IRmP) 2011**. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/2009/pdfs/IRmP/Apresentacao_IRMP2011.pdf>, consultado dia 18 de novembro de 2013.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A Globalização da Natureza e a Natureza da Globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

PERRONI, Otto Vicente. **Disponibilidade de matérias-primas para a indústria petroquímica no Brasil**. Anais do XXIV Fórum Nacional. Disponível em <www.forumnacional.org.br/trf_arq.php?cod=EP04190>, consultado dia 14 de novembro de 2013.

PORTAL DOS MOLDES. **Reciclagem de plásticos termofixos**. Disponível em:<<http://www.moldesinjecaoplasticos.com.br/reciclagemdeplasticostermodfixos.asp>>, acessado dia 18 de novembro de 2013.

PRESS, Frank [et al]. Tradução RualdoMenegat [et al.]. **Para entender a Terra**. Porto Alegre: 4ª ed, Bookman, 2006.656p.

QUARESMA, Luiz Felipe. **Relatório Técnico 18. Perfil da Mineração de Ferro**. Brasília: 2009a. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P09_RT18_Perfil_da_Mineraxo_de_Ferro.pdf>. Acesso em: 22 de novembro de 2013.

QUARESMA, Luiz Felipe. **Relatório Técnico 22. Perfil da mineração da bauxita**. Brasília: 2009b. Disponível: <http://www.mme.gov.br/portalmme/opencms/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P11_RT22_Perfil_da_Mineraxo_de_Bauxita.pdf>. Acesso em: 20 de setembro de 2013.

REIS, João Paulo Alves dos; FERREIRA, Osmar Mendes. **Aspectos sanitários relacionados à apresentação do lixo urbano para coleta pública**. Disponível em <<http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/ASPECTOS%20SANIT%C3%81RIOS%20RELACIONADOS%20%C3%80%20APRESENTA%C3%87%C3%83O%20DO%20LIXO%20URBANO%20PARA%20COLETA%20P%C3%9ABLICA.pdf>>, consultado dia 20 de março de 2013.

REPORTER BRASIL (ONG). **Trabalho escravo no Brasil**. Nº 6, junho de 2004. Disponível em: <http://reporterbrasil.org.br/documentos/escravos_aco.pdf>, consultado dia 29 de dezembro de 2013.

RODRIGUES, Arlete Moysés. **A produção e consumo do e no espaço: Problemática ambiental urbana**. São Paulo: Hucitec, 1998.

ROSA, Sergio Eduardo Silveira da; COSENZA, José Paulo; BARROSO, Deise Vilela. **Considerações sobre a indústria do vidro no Brasil**. In: **BNDES Setorial**. Rio de Janeiro: n. 26, p. 101-138, set. 2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2605.pdf>. Acesso em: 13 de dezembro de 2013.

REVISTA VEJA. **Especial cidades médias**. São Paulo, Edição 2.180, p. 75 – 131. 1º de setembro de 2010.

SANTOS, Milton. **O Espaço do Cidadão**. 4ª ed. São Paulo: Nobel, 1998.

_____. **O Espaço dividido: Os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos**. Trad. VIANA, Myrna T. Rego. 2ª ed. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2004.

_____. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. 4ª. ed. 2ª. reimpr. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2006.

SAMPAIO, Ronaldo dos Santos. **NT Uso do carvão vegetal em mini-altoforos**. In: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM). **Estudo prospectivo do setor metalúrgico**. Brasília: 2008. Disponível em: <http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_19_11_18_10_21931.pdf>. Acessado em: 23 de novembro de 2013.

SGD BRASIL. **Produção do vidro**. Disponível em: <<http://www.sgdbrasil.com/producao-do-vidro/>>. Acesso em 13 de dezembro de 2013.

SILVA, José Otavio. **Produto RT38 - Perfil do Calcário**. 2009. In: BRASIL. MME, Projeto Estal. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/portalmme/open/cms/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P27_RT38_Perfil_do_Calcario.pdf>. Acesso em 18 de novembro de 2014.

SILVA, Lucas Frazão. **O gosto da embalagem**. Universidade Estadual de Campinas. Tese de Doutorado. 2000.

SILVA FILHO, E. B.; ALVES, M. C. M.; MOTTA SOBRINHO, M.ÍC. A. **Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas**. Revista Matéria, volume 12, nº 2, 2007. Disponível em: <<http://www.materia.coppe.ufrj.br/>>, consultado dia 27 de novembro de 2010.

SILVA, Guilherme F. B. Lenz e. **Siderurgia e meio ambiente**. In: MOURÃO, Marcelo Breda (coord.). **Introdução à siderurgia**. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. 2007.

SILVESTRE, Daniel; RODRIGUEZ, Maria Elena. **Eucalipto/Aracruz celulose e violações de direitos humanos**. Rio de Janeiro: 2007. Disponível em: <http://www.dhnet.org.br/dados/relatorios/r_dht/r_eucalipto_dh.pdf>. Acesso em: 17 de dezembro de 2013.

SUSAKI, Katsujiro. **Nota técnica Fundentes e escorificantes – situação atual com tendências 2025**. In: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM). **Estudo prospectivo do setor metalúrgico**. Brasília: 2008. Disponível em < http://www.abmbrasil.com.br/epss/arquivos/documentos/2011_4_19_10_20_42_09719.pdf>. Acesso em: 24 de novembro de 2013.

TAKANO, Cyro. **Processo de preparação de matérias-primas siderúrgicas**. In: MOURÃO, Marcelo Breda (coord.). **Introdução à siderurgia**. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. 2007.

TONIDANDEL, Rodrigo de Paula. **Aspectos Legais e ambientais do fechamento de mina no Estado de Minas Gerais**. – Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, fevereiro de 2011. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB-8LMGN5/rodrigo_tonidandel.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2013.

TEIXEIRA, Wilson [et. al]. **Decifrando a terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2001.

UNISINOS. **Cadernos IHU em formação**. São Leopoldo: 2008. Ano 4 – Nº 27. Disponível em: <http://www.ifch.unicamp.br/profseva/IHU_caderno027_mono_cultura_eucalipto2008.pdf>. Acesso em 17 de dezembro de 2013.

VALE. **Minério de ferro e pelotas**. Disponível em: <<http://www.vale.com/pt/business/mining/iron-ore-pellets/paginas/default.aspx>>. Acesso em: 23 de novembro de 2013.

VALERA, Ticiane Sanches. **A reciclagem de polímeros**. (material de aula). Disponível em <http://moodle.stoa.usp.br/file.php/1066/2011/Reciclagem_de_polimeros.pdf>, consultado dia 17 de novembro de 2013.

VALOR. **Ranking das 1.000 maiores empresas**. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/2801254/ranking-das-1000-maiores>>. Acesso em 16 de dezembro de 2013.

VALT, Renata Bachann Guimarães. **Análise do ciclo de vida de embalagens de pet, de alumínio e de vidro para refrigerantes no brasil variando a taxa de reciclagem dos materiais**. Dissertação. PPG em Engenharia. Curitiba, 2004. UFPR.

VITAL, Marcos Henrique Figueiredo; PINTO, Marco Aurélio Cabral. **Condições para a sustentabilidade da produção de carvão vegetal para fabricação de ferro-gusa no Brasil.** 2009. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Mineracao_e_Siderurgia/200909_06.html>. Acesso em: 30 de novembro de 2013.

VERDUM, Roberto. **O ciclo do papel, da coleta ao processamento: personagens e estrutura.** In: SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes; BASSO, Luís Alberto; VERDUM, Roberto. (Org.). **Ambiente e lugar no urbano: a Grande Porto Alegre.** 1ª ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2000. p. 187-203.

YOKOJI, Akira. **Produtos Siderúrgicos.** In: MOURÃO, Marcelo Breda (coord.). **Introdução à siderurgia.** São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. 2007.

APÊNDICE 1 - Entrevista com compradores de recicláveis locais

Local: _____ Data: ___/___/2013. Hora: ___:___

1. Nome do estabelecimento: _____

2. Nome do proprietário/responsável: _____

3. Com quais materiais trabalha e por quanto compras?

4. Quantas prensas dispõem e quais suas capacidades?

5. Quantos funcionários dispõem? Com ou sem carteira assinada?

6. Dispõem de caminhão para transportar os materiais? Se sim, quantos?

7. Possui licença de operação/ambiental? Se sim, qual o número?

Materiais	Valor que compra	Quantidade Mensal Média
Metais		
() Alumínio	R\$ _____	_____
() Sucata ferrosa	R\$ _____	_____
() Cobre	R\$ _____	_____
() Latão	R\$ _____	_____
Celulose		
() Papelão classe I	R\$ _____	_____
() Papelão classe II	R\$ _____	_____
() Papel branco	R\$ _____	_____
() Jornal	R\$ _____	_____
() Revista	R\$ _____	_____
() Tetrapak	R\$ _____	_____
Plásticos		
() Pet branca	R\$ _____	_____
() Pet verde	R\$ _____	_____
() PS	R\$ _____	_____
() PEBD	R\$ _____	_____
() PVC	R\$ _____	_____
() PP	R\$ _____	_____
() PEAD Branco	R\$ _____	_____
() PEAD Colorido	R\$ _____	_____
() EVA	R\$ _____	_____
() _____	R\$ _____	_____
Vidros		
() Branco	R\$ _____	_____
() Colorido	R\$ _____	_____
() _____	R\$ _____	_____

Obs: Visando a agilizar os trabalhos, algumas respostas poderão ser obtidas somente com a observação ocular do estabelecimento, sem a necessidade de tomar tempo dos empreendedores. É o caso das questões 1, parte da questão 3 e a número 8.

9. Destinação por material

Metais

Alumínio _____
Sucata ferrosa _____
Cobre _____
Latão _____

Celulose

Papelão classe I _____
Papelão classe II _____
Papel branco _____
Jornal _____
Revista _____
Tetrapak _____

Plásticos

Pet branca _____
Pet verde _____
PS _____
PEBD _____
PVC _____
PP _____
PEAD Branco _____
PEAD Colorido _____
EVA _____

Vidros

Branco _____
Colorido _____

ANEXO 3 – Lista de empresas de reciclagem mecânica de plásticos

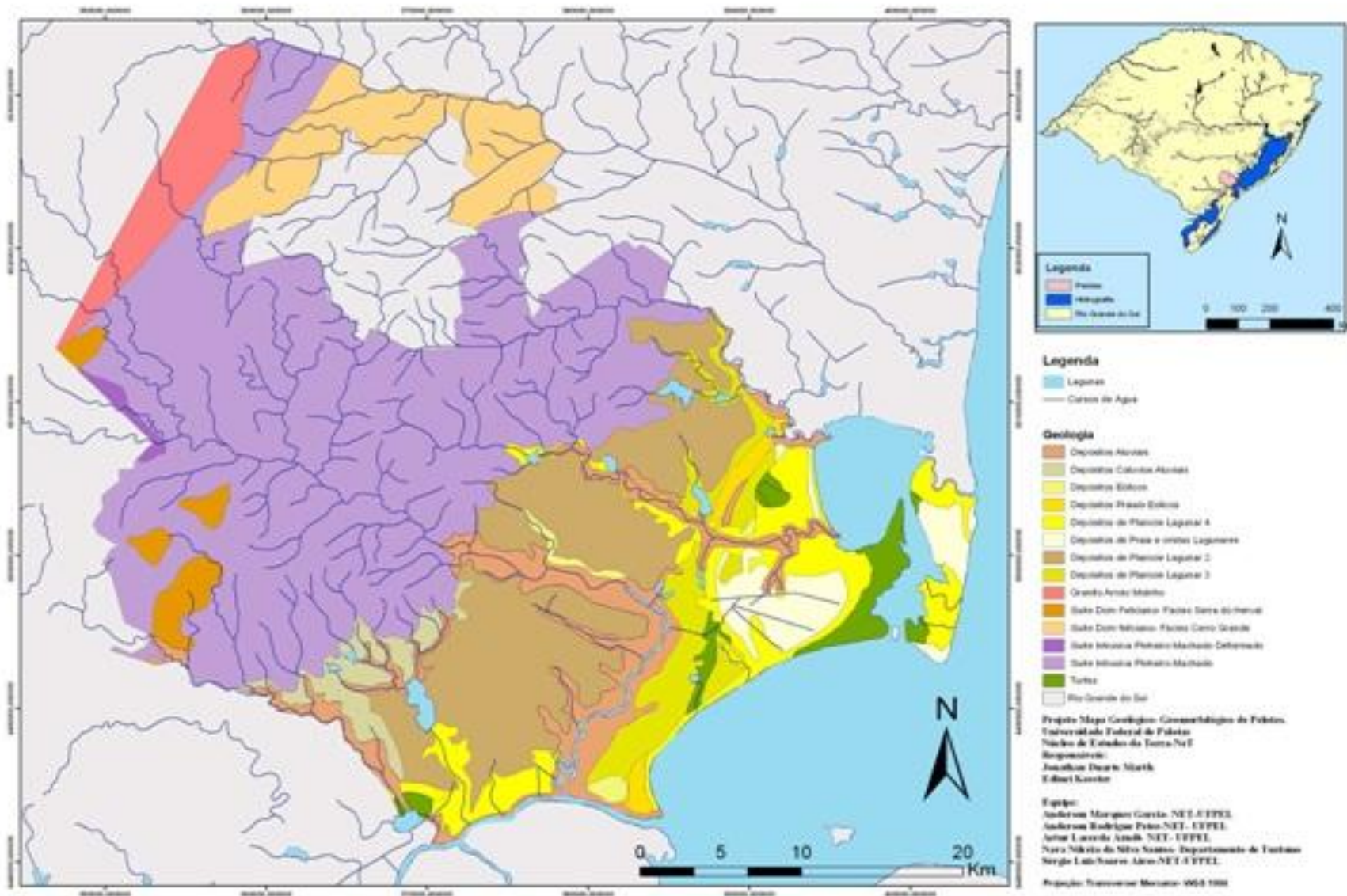
	NOME DA EMPRESA	CIDADE (A – Z)
1.	COMAN MERCANTIL DE POLIMEROS LTDA	Alvorada
2.	CONDOR IND E COM DE PLASTICOS LTDA	Alvorada
3.	FERNANDES & CORREA - PLÁSTICOS E METAIS LTDA	Alvorada
4.	ITAPUA IND. E COM. DE PLASTICOS LTDA	Alvorada
5.	MEZZOPLAST IND COM MANUF PLASTICOS LTDA	Alvorada
6.	TAMBORPLAST IND E COM DE PLÁSTICOS LTDA	Alvorada
7.	PLASTICOS BRANDT LTDA	Bom Princípio
8.	ECORESINAS RECUPERADORA DE PLASTICOS LTDA	Camargo
9.	DEPOSITO E RECICLAGEM DE RESIDUOS KS LTDA	Campo Bom
10.	PEDRO SALVADOR - ME	Campo Bom
11.	AMPEPLAST - ARTEFATOS PLASTICOS LTDA	Canoas
12.	FRAGOPLAST IND E COM DE MAT PLAST LTDA	Canoas
13.	ROGERIO CARLOS MACHADO LINDERMANN- ME	Canoas
14.	ZAPATTA PLÁSTICOS LTDA ME	Canoas
15.	ZETA PLASTICOS IND. E COM. LTDA	Canoas
16.	CYCLOS BRASIL IND. DE RESINAS TERMOPLASTICAS	Canoas
17.	PLASTICOS Z F LTDA	Carlos Barbosa
18.	ROTSOL IND DE PLASTICOS LTDA	Carlos Barbosa
19.	A4 RECICLAGEM E BENEFIC. DE PLASTICOS LTDA	Dois Irmãos
20.	ELEUTERIO LORENZON & CIA LTDA	Encantado
21.	LORENZON & LORENZINI LTDA	Encantado
22.	WTEC MOVEIS E EQUIPAMENTOS TECNICOS LTDA	Erechim
23.	POLIAGRO IND DE PLASTICOS LTDA	Esteio
24.	RECOPLAST RECUP. COM.IMP. EXP. PLASTICOS	Esteio
25.	ECOVALE INDUSTRIA DE RECICLAGEM LTDA	Estrela
26.	LAURO WEBER CIA LTDA	Feliz
27.	PLASTIJU IND. E COM. DE PLASTICOS LTDA	Frederico Westphalen
28.	GENTIL PLASTICOS IND. E COM. LTDA	Gentil
29.	PAPPLAST IND DE RECICLAGEM LTDA	Getúlio Vargas
30.	DRENOMASTER CORES E COMPOSTOS LTDA	Gravataí
31.	GEAN LUIZ ALGAYER DO NASCIMENTO	Gravataí
32.	MAXIFIBRAS IND.E COM.FIBRAS DE VIDRO LTDA	Gravataí
33.	POLIVALENTE PLASTICOS LTDA	Gravataí
34.	WINK INDUSTRIA DE EMBALAGENS LTDA	Gravataí
35.	GUABIJU PLASTICOS LTDA	Guabiju
36.	SIL PLAST INDUSTRIA DE PLÁSTICOS LTDA	Marau
37.	PET FLAKE DO BRASIL LTDA	Montauri
38.	ATUALIZA RECICL. DE PLASTICOS LTDA	Nova Santa Rita
39.	K R IND E COM DE TERMOPLÁSTICOS LTDA	Nova Santa Rita
40.	VALIM BENEFIC.SUCATAS PLASTICOS LTDA	Nova Santa Rita
41.	3R RECICLAGEM DE RESIDUOS LTDA	Novo Hamburgo
42.	ALVESPLAST PLASTICOS LTDA ME	Novo Hamburgo

NOME DA EMPRESA	CIDADE (A – Z)
43. CLAUDIR ALVES	Novo Hamburgo
44. EST PLASTICOS IND. E COM. LTDA	Novo Hamburgo
45. EXTRAMOLD IND DE PLASTICOS LTDA	Novo Hamburgo
46. I. V. RECICLAGEM INDUSTRIAL LTDA	Novo Hamburgo
47. IND. DE PLASTICOS LUZ LTDA	Novo Hamburgo
48. INDUSTRIA DE PLASTICOS LUZ LTDA - FILIAL	Novo Hamburgo
49. LIMPLAST IND COM DE PLASTICOS LTDA	Novo Hamburgo
50. MASTER INDÚSTRIA PLÁSTICA LTDA	Novo Hamburgo
51. MG PLASTICOS INJETADOS LTDA	Novo Hamburgo
52. MICROSUL MICRONIZACAO DE POLIMEROS LTDA	Novo Hamburgo
53. NER RAUL LEON GOMEZ	Novo Hamburgo
54. RECICLAGEM LUCIANO LTDA	Novo Hamburgo
55. IND. E COM. EDUCA&ATIVA LTDA	Paulo Bento
56. LATIPAC BRASIL RECICLAGEM EM PLASTICOS LTDA	Paverama
57. 3Rs Indústria e Comércio de Plásticos Ltda	Pelotas
58. São Gonçalo Embalagens	Pelotas
59. IND. E COM. DE PLASTICOS PORTAO LTDA	Portão
60. REIK PLAST RECUPERADORA DE PLASTICOS LTDA	Portão
61. FABIO JAQUES DOS SANTOS	Porto Alegre
62. FLAKE SUL COM.METAIS LTDA	Porto Alegre
63. MASTERFLAKE IND. DE RECICLAGEM LTDA	Porto Alegre
64. RECICLA- BRASIL COM E RECICL SUCATAS LTDA	Porto Alegre
65. BACH RECUPERACAO DE PLASTICOS LTDA-ME	Rolante
66. CLEAN PLAST IND E COM LTDA	Santa Cruz do Sul
67. GASTAO SCHWENGBER & CIA. LTDA	Santa Cruz do Sul
68. ADAIR L. PILON	Santa Maria
69. RENOVA PLASTICOS IND. E COM. LTDA - MATRIZ	Santo Antônio da Patrulha
70. AGROLONAS IND. COM E DESENV.DE PROD.AGRÍCOL	São Leopoldo
71. DEUTSCHSUL ECOWOOD INDL LTDA	São Leopoldo
72. DG COMERCIO DE POLIMEROS LTDA	São Leopoldo
73. INPLASPER IND.DE PLASTICOS PEREIRA LTDA	São Leopoldo
74. MACPLAST IND E COM DE PLASTICOS LTDA	São Leopoldo
75. MATHIAS BLOEBAUM PLÁSTICOS	São Leopoldo
76. R R IND E BENEFICIAMENTO DE PLÁSTICOS LTDA	São Leopoldo
77. RECIPEL IND.DE PAPEL E PLASTICO LTDA	São Leopoldo
78. AGEMA INDUSTRIA E COMERCIO DE PLASTICOS LTDA	São Sebastião do Caí
79. FRIPLAST INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PLASTICOS LTDA	São Vendelino
80. KOBIA IND E COM DE PLASTICOS LTDA - FILIAL II	Sapiranga
81. PLASTISUL ARTEF PLASTICOS LTDA	Sapuçaia do Sul
82. FREEPET RECICLAGEM PLÁSTICA LTDA	Três Cachoeiras
83. PLASTILIMPE IND.E COM.DE PLASTICOS LTDA	Venâncio Aires

Fonte: Simplast, 2013.

ANEXO 4 – Mapa geológico-geomorfológico de Pelotas-RS.

Mapa Geológico-Geomorfológico de Pelotas RS



Fonte: MARTH;
 KOESTER & ARNDT,
 2008.