

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
MESTRADO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO

IARA REGINA CHAVES

BENEFÍCIOS SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS A PARTIR DA GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA ESTIMAÇÃO PARA O RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE
2012

IARA REGINA CHAVES

BENEFÍCIOS SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS A PARTIR DA GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA ESTIMAÇÃO PARA O RIO GRANDE DO SUL

Dissertação, apresentada como requisito parcial para o grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Tomaz de Souza

PORTO ALEGRE
2012

C512b Chaves, Iara Regina
Benefícios sociais, econômicos e ambientais a partir da gestão
de resíduos sólidos urbanos: uma estimativa para o Rio Grande do
Sul. / Iara Regina Chaves. – Porto Alegre, 2012.
106 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em
Economia do Desenvolvimento, Faculdade de Administração,
Contabilidade e Economia, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Tomaz de Souza

1. Economia - Rio Grande do Sul. 2. Desenvolvimento
Econômico. 3. Gestão de Resíduos. 5. Reciclagem. I. Souza,
Osmar Tomaz de. II. Título.

CDD 330.98165

Ficha elaborada pela bibliotecária Anamaria Ferreira CRB 10/1494

IARA CHAVES

**“Benefícios sociais, econômicos e ambientais a partir da
gestão de resíduos sólidos urbanos: uma estimação
para o Rio Grande do Sul”**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia do Desenvolvimento, pelo Programa de Pós—Graduação em Economia, da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em 30 de março de 2012.

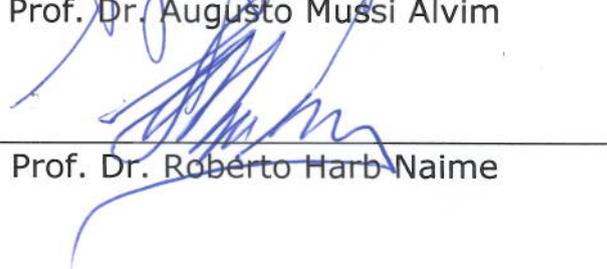
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Osmar Tomaz de Souza
Presidente da Sessão



Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim



Prof. Dr. Roberto Harb Naime

Porto Alegre
2012

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende”.

Leonardo Da Vinci

AGRADECIMENTOS

Especialmente a Deus, pela vida de bênção e por estar sempre cercado de pessoas maravilhosas.

Aos meus pais Tania e Ibanor por terem ensinado os valores da honestidade e do trabalho.

Aos meus irmãos Rosimeri e Ibanor, pois sempre posso contar com sua ajuda em todos os momentos, cada um ao seu modo.

Agradeço aos colegas e amigos Patrícia Garcia, Patrícia Sandes, Isabel Kopezinski, Elisa Costa, Ana Ribeiro, Luciana Bandeira, Celso Marcondes, Mario Lima, Miriam Matos e Marcos Godecke conhecimentos, experiências, contatos e aflições que dividimos juntos.

Agradeço ao Prof. Dr. Osmar Tomaz de Souza, pela orientação e pela atenção deste trabalho e nesta importante fase acadêmica.

Agradeço ao professor Gustavo Inácio de Moraes pelas palavras de incentivo, e orientações.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo principal buscar comprovar os benefícios que os materiais recicláveis podem proporcionar à população, à economia e ao meio ambiente. O problema de pesquisa é composto com os seguintes questionamentos: Existem benefícios líquidos sociais da reciclagem do lixo no Rio Grande do Sul? Se existem estes benefícios qual seria o valor econômico para eles? Quais seriam estes benefícios? Para que fossem respondidos tais questionamentos a metodologia utilizada foi de valoração ambiental, utilizado por Motta (2006), utilizando a estimativa dos benefícios líquidos sociais do reaproveitamento (BLSR), através da reciclagem dos materiais encontrados na coleta seletiva, sendo eles: o papel, o alumínio, o aço, o vidro e o plástico no Rio Grande do Sul. Com a aplicação da metodologia os resultados obtidos comprovaram que a reciclagem de resíduos para o Estado do Rio Grande do Sul gera ganhos e diversos benefícios mostrando que apesar de possuir um custo mais elevado para os municípios, suas vantagens superam tais custos. Obteve-se como resultado o BLSR médio estimado pelo preço de mercado da sucata de R\$ 487,30 refletindo o benefício que o mercado de sucata trás para o Rio Grande do Sul. Por outro lado BLSR médio de reaproveitamento pelo custo de Oportunidade no Rio Grande do Sul foi de R\$ 627,37. O cálculo estimado na promoção de sistema de tratamento e disposição adequada, dos resíduos no caso dos cinco materiais estudados, papel, plásticos, alumínio, vidro e aço, poderiam gerar em benefícios potenciais R\$447.922.127,98 tonelada/ano, para a sociedade gaúcha. Em outras palavras, se todo o resíduo reciclável que atualmente é disposto em aterros e lixões fossem encaminhados para reciclagem gerar-se-iam benefícios dessa ordem para a sociedade.

Palavras-chaves: Gestão de Resíduos. Reciclagem. Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

This study aimed at demonstrating the benefits that recyclable materials may provide to the population, the economy and the environment. The research problem is composed by the following questions: Are there social net benefits of recycling in Rio Grande do Sul state? If there are such benefits, what is the economic value to them?_What are these benefits? For such questions to be answered, the methodology applied was the environmental valuation used by Motta (2006). It was used the social net benefits of recycling (SNBR), through the recycling of materials found in selective collection: paper, aluminum, steel, glass and plastic in Rio Grande do Sul, Brazil. The results of the research have proved that the recycling of wastes generates – to the State of Rio Grande do Sul – profits and various benefits. They show that despite of having a higher cost to municipalities its advantages outweigh the costs. It was obtained as a result the average SNBR which was estimated for the market price of scraps (R\$487,30). It reflected the benefit that the scraps market brings to the state of Rio Grande do Sul, Brazil. On the other hand, the average SNBR of reuse by opportunity cost in Rio Grande do Sul was R\$627,37. The estimated calculation in promoting adequate waste provision and treatment systems in the case of the five studied materials (paper, plastic, aluminum, glass and steel) could generate potential benefits of R\$447.922.127,98 ton/year for the State and its community. In other words, if all recyclable waste that is currently disposed in landfills and dumps were forwarded for recycling they would generate great benefits for the society.

Keywords: Waste Management. Recycling. Rio Grande do Sul. Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Resíduos Sólidos na Agenda 21	49
Figura 1 - Municípios com coleta seletiva por região no Brasil.....	63
Figura 2 - Média da Composição Gravimétrica da Coleta Seletiva Brasil	64
Figura 3 - Modelos de coleta seletiva existentes nos municípios	65
Figura 4 - Agentes executores da coleta seletiva municipal	65
Gráfico 1 - Evolução Média de Custos de Coleta Seletiva (US\$/Ton.).....	66
Figura 5 - População atendida declarada pela coleta de resíduos no Rio Grande do Sul	71
Figura 6 - Materiais Recuperados de Coleta no Rio Grande do Sul.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Evolução do número de programas de coleta seletiva no país	62
Tabela 2 - Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos (%)	62
Tabela 3 - Quantidade diária coletada de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (t/dia) segundo as grandes Regiões - 2008	67
Tabela 4 - Distribuição da coleta seletiva por região	68
Tabela 5- Destino % dos RSU em Países Selecionados.....	69
Tabela 6 - Brasil no Cenário Mundial de Reciclagem de Resíduos Sólidos %	70
Tabela 7 - Número de Municípios com Lixão -2009	72
Tabela 8- Coleta Regular e Coleta Seletiva Brasil e Rio Grande do Sul - 2009.....	73
Tabela 9 - Média da Massa Coletada per capita no Rio Grande do Sul (Kg/hab./Dia).....	74
Tabela 10- Disposição dos resíduos sólidos urbanos – 2009	75
Tabela 11- Informação de Catadores no Rio Grande do Sul -2009	75
Tabela 12 – Estimativas dos Custos da Coleta Regular no Rio Grande do Sul (R\$/ano)	76
Tabela 13- Preço da sucata por material em Porto Alegre - 2009 (R\$/t).....	81
Tabela 14- Preço médio da sucata por material em Porto Alegre - 2009 (R\$/t).....	81
Tabela 15- Estimativa dos benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos	82
Tabela 16 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de energia.....	83
Tabela 17- Estimativa dos preços de créditos de carbono 2010	83
Tabela 18 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da emissão de GEE	84
Tabela 19 - Estimativa dos benefícios associados à redução do consumo de água	84
Tabela 20 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da necessidade de solo para monocultura de arvores - eucaliptos	85
Tabela 21 - Estimativa dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem	85
Tabela 22 - Custos econômicos com relação à matéria-prima e os custos com o reaproveitamento (GMI R\$/t).....	86
Tabela 23 – Demonstração do benefício líquido social do reaproveitamento pelo preço de mercado no Rio Grande do Sul - 2010 (R\$/t).....	86

Tabela 24 – Demonstração do benefício líquido social do reaproveitamento pelo custo de Oportunidade no Rio Grande do Sul - 2010 (R\$/t).....	87
Tabela 25 – Demonstração da Estimativa do potencial do material reciclável destinados a aterros e lixões no Rio Grande do Sul - 2010.....	89
Tabela 26 – Demonstração Estimativa dos benefícios potenciais gerados pela reciclagem no Rio Grande do Sul - 2010	90

LISTA DE SIGLAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem

CMMAD - Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MDL - Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

ONU – Organizações das Nações Unidas

PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico

PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SNIS - Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento

UNCED - United Nations Conference on Environment and Development

USEPA - United States Environmental Protection Agency

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU): CONCEITOS, DEFINIÇÕES E REGULAMENTAÇÕES	16
2.1 CONCEITOS DE LIXO E RESÍDUOS SÓLIDOS	16
2.1.1 Rejeito	18
2.1.2 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	18
2.2 A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS	21
2.3 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS	24
2.3.1 Sistema de Coleta	28
2.3.1.1 Coleta Regular.....	28
2.3.1.2 Coleta Seletiva	29
2.3.2 Pré-processamento	30
2.3.3 Transbordo	31
2.3.4 Tratamento	31
2.3.5 Incineração	35
2.3.6 Digestão Anaeróbia	35
2.3.7 Destinação Final	35
2.4 OS RESÍDUOS SÓLIDOS E OS ASPECTOS SOCIAIS	38
2.4.1 Reciclagem de Resíduos Sólidos	38
2.4.2 A Reciclagem sob a Ótica Econômica	40
2.4.3 A Reciclagem e a Energia na Busca pela Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental	40
3 O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A QUESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	44
3.1 RUMO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	44
3.2 CONCEITOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	46
3.3 O TEMA RESÍDUOS SÓLIDOS NA AGENDA 21	48
3.4 TRATAMENTO TEÓRICO DA ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE	53
3.4.1 Sustentabilidade Ambiental na Visão Neoclássica e Ecológica	53
3.4.2 Externalidades	55

3.4.2.1 Arthur Pigou: a correção das externalidades através da taxaço da poluiço	56
3.4.2.2 Teorema de Coase: direitos de propriedade e soluço de mercado para as externalidades	57
4 CENÁRIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL	59
4.1 A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO GRANDE DO SUL: ESTIMAÇÃO DOS BENEFÍCIOS SOCIAIS DA RECICLAGEM	70
4.1.1 Aspectos Gerais da Coleta de Resíduos Sólidos no Rio Grande do Sul	71
4.1.2 Coletas Regular e Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado	73
4.2 BENEFÍCIO LÍQUIDO SOCIAL DA RECICLAGEM	76
4.2.1 Metodologia	76
4.2.1.1 Alguns pressupostos para cálculo	80
4.3 DEMONSTRAÇÃO DO BENEFÍCIO LÍQUIDO SOCIAL E POTENCIAL DO REAPROVEITAMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	86
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS	95

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o serviço sistemático de limpeza urbana foi iniciado oficialmente em 25 de novembro de 1880, na cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, capital do Império até então. Nesse dia, o imperador D. Pedro II assinou o Decreto nº 3024, aprovando o contrato de "limpeza e irrigação" da cidade, executado por Aleixo Gary e, mais tarde, por Luciano Francisco Gary, de cujo sobrenome origina-se a palavra gari, que hoje se denominam os trabalhadores da limpeza urbana em muitas cidades brasileiras. (MONTEIRO et al, 2001)

Do século XIX ao século XXI muita coisa mudou, o crescimento exponencial das cidades, e a quantidade de resíduos produzidos pela população toma proporções alarmantes, o que exige do governo de todas as instancias juntamente com os demais envolvidos empresas e população encontrar uma soluções a este o grande desafio. Considerada um dos setores do saneamento básico, a gestão dos resíduos sólidos não vinha merecendo a atenção necessária por parte do poder público até então. Com a Lei 12.305/2010, de 08 de agosto acreditamos que venha ocorrer um grande salto em matéria de Gestão de Resíduos Sólidos. Este salto não se dará de maneira imediata, mas sim através da construção desses saberes continuo.

Sabe-se que a gestão de resíduos desorganizada ou inexistente faz com que seus reflexos caiam sobre a forma de redução da saúde da população, e a degradação dos recursos naturais, especialmente o solo e os recursos hídricos deixando à margem também uma camada da população que tem nos resíduos um meio de sobrevivência.

A interdependência dos conceitos de meio ambiente, saúde e saneamento é hoje bastante evidente o que aumenta a necessidade de integração das ações desses setores em prol da melhoria da qualidade de vida da população brasileira.

Como um retrato do universo da gestão de resíduos, há de se considerar que mais de 73,8% dos municípios do Rio Grande do Sul possuem menos de 20 mil habitantes, e que a concentração urbana da população no estado ultrapassa a casa dos 90,7%. (SNIS, 2009)

Isso reforça as preocupações com os problemas ambientais urbanos e, entre estes, o gerenciamento dos resíduos sólidos, cuja atribuição deverá estar embasada em legislação específica e atuante da esfera da administração pública federal, dos estados e municípios. Cabe lembrar que a Lei 12.305/2010 está em andamento para adequação dos estados e municípios tendo como prazo até agosto de 2012.

Nesse sentido os benefícios sociais, econômicos e ambientais serão apresentados ao longo deste trabalho de forma a evidenciar que realmente podemos obter benefícios através da reciclagem de resíduos sólidos com o reaproveitamento dos materiais estudados, a redução da

quantidade extrativa de matérias-primas, de água e energia usada do processo de produções primárias, juntamente com a redução da quantidade de lixo levada à disposição final de forma incorreta.

Com isso, os resíduos passam então a ser vistos sobre outra perspectiva, o que antes era chamado de lixo começa a ser chamada de resíduos e materiais recicláveis, devolvendo à sociedade valor econômico, sustentabilidade ambiental e dignidade àqueles que fazem dos resíduos uma geração de renda e emprego. A lucratividade desta atividade determina a atuação dos diversos agentes, isto é o que possibilita a aplicação da análise de custo-benefício.

O objetivo do presente trabalho é mostrar os benefícios que podem ser gerados a partir da reciclagem de resíduos sólidos e auxiliar no desenvolvimento e ampliação da reciclagem como uma forma de permitir ganhos econômicos, ambientais e sociais, para o estado do Rio Grande do Sul.

A dissertação esta estruturada em 5 capítulos, incluindo a introdução assim dispostos: No capítulo 2 é apresentado os conceitos de lixo, resíduos sólidos e rejeito e aborda aspectos relevantes sobre a política nacional de resíduos sólido. Trata também da gestão integrada de resíduos sólidos apresentando o sistema de coleta, e a caracterização da logística dos resíduos, além de apresentar de maneira geral a reciclagem de resíduos sólidos e a reciclagem sob a ótica econômica. Aborda também a reciclagem e a energia na busca pela sustentabilidade sócio econômico e ambiental.

O capítulo 3 apresenta conceitos de desenvolvimento sustentável, uma breve discussão sobre a economia ecológica e ambiental, é tratado também a agenda 21 que estabelece uma estratégia de gerenciamento compatível com a preservação do meio ambiente, buscando a minimização na produção de resíduos, a maximização de práticas de reutilização e reciclagem ambiental corretas, a promoção de sistema de tratamento e disposição dos resíduos compatíveis com a preservação ambiental e a ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos. É feito um resgate histórico do pensamento econômico com relação ao meio ambiente onde se utiliza autores importantes que contribuíram para o desenvolvimento da ciência econômica. Apresenta-se também uma visão geral da economia do meio ambiente e ecológica e uma abordagem do conceito de desenvolvimento sustentável bem como sua origem e evolução.

O capítulo 4 trás o cenário dos resíduos sólidos no Brasil e uma breve análise sobre os aspectos da reciclagem, o destino destes resíduos e a evolução na gestão dos resíduos sólidos e alguns comparativos com países selecionados. A gestão dos resíduos sólidos no Rio Grande do Sul e uma análise da situação atual, estão presentes também neste capítulo, assim como a

metodologia para a estimação dos benefícios sociais econômicos e ambientais da reciclagem e a demonstração desses benefícios.

Ao final do estudo são apresentados os resultados obtidos e através das considerações finais, sendo apresentados os benefícios que a reciclagem dos materiais encontrados na coleta seletiva trazem à sociedade, à economia e ao meio ambiente, no capítulo 5, com as considerações finais.

2 OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU): CONCEITOS, DEFINIÇÕES E REGULAMENTAÇÕES

Este capítulo inicia-se com uma definição e classificação mais ampla dos resíduos sólidos. Serão apresentadas as diferenças entre os conceitos e definições inerentes ao lixo e resíduos sólidos urbanos (RSU). Seguindo com uma apresentação breve do quadro legal que regula a questão no Brasil. Tendo conhecimento destes conceitos esta exposição permitirá uma maior clareza permitindo assim, avançar na construção de um novo paradigma que supere inclusive o conceito de limpeza urbana. O capítulo está dividido em 5 sub títulos: 2.1 Conceitos de lixo e resíduos sólidos e 2.2 A política nacional de resíduos sólidos, 2.3 Gestão integrada de resíduos sólidos, 2.4 Sistema de coleta, 2.5 Os resíduos sólidos e os aspectos sociais.

2.1 CONCEITOS DE LIXO E RESÍDUOS SÓLIDOS

O conceito de lixo e resíduo, de acordo com Calderoni (2003), varia conforme a época e o lugar, também dependem de valores econômicos, jurídicos, ambientais sociais e tecnológicos, sendo que o termo “lixo”, na linguagem corrente, é sinônimo de “resíduos”. Nos processos produtivos industriais geralmente se utiliza “resíduo” como significado de “rejeitos” ou “refugos”. Todavia, a origem da palavra “lixo” é obscura, não se pode afirmar com precisão qual a sua procedência exata.

Segundo Bidone e Povineli (1999), a palavra lixo, origina-se do latim *lix*, que significa cinzas ou lixívia.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas– ABNT (2004) – define o lixo como os "restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo-se apresentar no estado sólido, semissólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional”.

Observa-se que o termo “resíduo sólido” é mais comumente usado na linguagem acadêmica ou no meio técnico, sendo o termo “lixo” mais empregado na linguagem coloquial.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), através de sua NBR nº 10.004:2004, e o conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), através de sua Resolução nº 005/1993, definem resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Ficam incluídas nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, daqueles 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 técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia possível.

Conforme o Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Instituto Brasileiro de Administração Municipal (MONTEIRO et al, 2001) existem duas formas de classificar os resíduos sólidos: pelos riscos potenciais de contaminação ou quanto à natureza ou origem do resíduo.

Segundo o Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (MONTEIRO et al, 2001), resíduo sólido ou simplesmente "lixo" é todo material sólido ou semissólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta em qualquer recipiente destinado a este ato.

Quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente e a saúde, conforme a norma NBR 10.004:2004, resíduos sólidos são 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.

A NBR 10.004:2004 da ABNT classificam os resíduos sólidos em:

- ✓ Resíduos Classe I – Perigosos;
- ✓ Resíduos Classe II – Não Perigosos;
- ✓ Resíduos Classe II A – Não Inertes;
- ✓ Resíduos Classe II B – Inertes.

Classe I ou perigosos: São aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda

provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

Resíduos Classe II A – Não Inertes : São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Resíduos Classe II B – Inertes: São quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G da NBR 10.004/04.

Segundo Schneider (2001), os resíduos sólidos apresentam caráter antropogênico e inesgotável. Antropogênicos, pois são gerados exclusivamente pelo homem, em suas atividades e inesgotável, pois o homem está aumentando sua população e seus conhecimentos, gerando cada vez mais novos produtos e conseqüentemente mais resíduo.

2.1.1 Rejeito

Rejeitos são resíduos sólidos que esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos acessíveis e disponíveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (IBGE, 2001).

2.1.2 Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)

A caracterização dos resíduos sólidos urbanos tem como objetivo principal subsidiar o planejamento das atividades de coleta e destinação final, assim como avaliar o potencial de reutilização, reciclagem e recuperação. É a partir da caracterização dos resíduos que qualquer medida relacionada à limpeza pública é tomada, assim como o gerenciamento já adotado são avaliados.

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) tratados por este estudo são definidos pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) e o artigo 6º da Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, o saneamento básico abrange os serviços de infraestrutura e instalações relativas ao abastecimento de água

potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, além da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Quanto aos resíduos sólidos essa legislação inclui a coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e daquele originário da limpeza de vias públicas, e a Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Na NBR 10.004 (ABNT, 2004), a visão de resíduo sólido é mais ampla, inclui aqueles estados semissólidos, sem distinção de responsabilidade pelo manejo, e inclui os de origem agrícola.

Segundo a ABNT, a origem e a natureza são os principais elementos para a caracterização dos resíduos sólidos, a saber:

- lixo doméstico ou residencial;
- lixo comercial;
- varrição e feiras livres;
- serviços de saúde;
- portos, aeroportos e terminais rodoviários e ferroviários;
- industriais;
- agrícolas;
- resíduos de construção civil.

Finalmente, com relação à responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos sólidos pode-se agrupá-los em dois grandes grupos:

- Resíduos Sólidos Urbanos (RSU): compreendem os resíduos domésticos ou residenciais; comerciais e públicos.
- Resíduos Especiais: compreendem os resíduos industriais; da construção civil; radioativos; de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários; agrícolas e de serviços de saúde.

Com relação aos Resíduos Sólidos urbanos, a NBR 8419:1992 da ABNT os define como: “Resíduos sólidos gerados num aglomerado urbano, excetuados os resíduos industriais perigosos, hospitalares sépticos e de aeroportos e portos”.

Desta forma, os Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD), que são objetos de estudo nesta pesquisa, constituem uma parcela dos RSU, já que são definidos como:

Aqueles originados na vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (cascas de frutas, verduras, sobras e etc.), produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande variedade de outros itens. Contêm ainda, alguns resíduos que podem ser tóxicos, tais como aerossóis vazios, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescente, restos de medicamentos etc. (D'ALMEIDA ; VILHEMA, 2000, p. 8).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) classifica os resíduos sólidos quanto à origem e periculosidade:

Com relação à origem:

- 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;

Com relação à periculosidade:

- 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”.

Os resíduos ainda podem ser descritos conforme suas características químicas (poder calorífico, potencial hidrogeniônico, composição química e relação carbono/nitrogênio), biológicas (determinadas pela população microbiana e dos agentes patogênicos presentes no lixo que, ao lado das suas características químicas, permitem que sejam selecionados os métodos de tratamento e disposição final mais adequada) e física (geração per capita, composição gravimétrica, peso específico aparente, teor de umidade e compressividade) (MONTEIRO et al, 2001).

2.2 A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, representa um avanço fundamental para a regulação do setor de resíduos sólidos no Brasil.

Estão sujeitas à observância da Lei nº 12.305/2010 todas as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos, cabe ressaltar que esta lei não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambiental adequados dos resíduos sólidos. Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

É de responsabilidade dos municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios.

Esta lei ainda define que a União deverá elaborar sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos. Os Estados e Municípios também deverão elaborar os respectivos Planos (Estaduais e Municipais) de Resíduos Sólidos, como condição para terem acesso a recursos da União destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos (no caso dos Estados) ou destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos (no caso dos municípios).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, conforme previsto na Lei 12.305/2010 tem vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, com atualização a cada 04 (quatro) anos e contemplará o conteúdo mínimo conforme segue:

I - diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos; II - proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas; III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada; IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos; V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas; VII - normas e condicionantes técnicas para o acesso a recursos da União, para a obtenção de seu aval ou para o acesso a recursos administrados, direta ou indiretamente, por entidade federal, quando destinados a ações e programas de interesse dos resíduos sólidos; VIII - medidas para incentivar e viabilizar a gestão regionalizada dos resíduos sólidos; IX - diretrizes para o planejamento e demais atividades de gestão de resíduos sólidos das regiões integradas de desenvolvimento instituídas por lei complementar, bem como para as áreas de especial interesse turístico; X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos; XI - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito nacional, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) que corresponde aos resíduos domiciliares e de limpeza urbana (varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana) – foram os que apresentaram uma maior quantidade de informações disponibilizadas em diversos sistemas de informações de fontes oficiais (IBGE, 2010; BRASIL, 2009). Compreendem uma grande variedade de temas interligados, tais como a questão da logística reversa, da coleta seletiva, da atuação dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, da compostagem, da recuperação energética, dentre outros e referem-se a questões que

apresentam maior impacto nas relações entre entes federados, em especial Estados e Municípios, com reflexos no processo de elaboração dos respectivos planos de resíduos sólidos (planos estaduais, interfederativos e municipais). O Decreto no. 7.404/2010 que regulamentou a PNRS em seus artigos 53 e 54 estabeleceu o vínculo entre os planos de resíduos sólidos e os planos de saneamento básico, no que tange ao componente de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos.

Encontra-se em andamento o processo de consulta pública do Plano Nacional de Saneamento Básico – Plansab (BRASIL, 2011). O componente limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos do Plansab compreende as atividades de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e disposição final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

No Plansab (BRASIL, 2011) foram definidos três cenários. Os três cenários consideraram os seguintes condicionantes: (i) política macroeconômica, (ii) papel do Estado (Modelo de Desenvolvimento)/Marco Regulatório/Relação Interfederativa, (iii) Gestão, gerenciamento, estabilidade e continuidade de políticas públicas/participação e controle social, (iv) matriz tecnológica/disponibilidade de recursos hídricos.

O Cenário 1 foi selecionado no âmbito do Plansab (BRASIL, 2011) e contempla as seguintes hipóteses: (i) Política Econômica – elevado crescimento em relação à dívida/PIB, (ii) Estado provedor e condutor dos serviços públicos com forte cooperação entre os entes federativos, (iii) Avanços na capacidade de gestão com continuidade entre mandatos, (iv) Desenvolvimento de tecnologias apropriadas e ambientalmente sustentáveis. O Cenário 1 adotado pelo Plansab (BRASIL, 2011) corresponde ao cenário “otimista” ou “favorável”.

A Lei 12.305/2010 estabeleceu prazos ou limites temporais para algumas ações tais como a eliminação de lixões e a consequente disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos até 2014. Nestes casos não se trata do estabelecimento de Plano de Metas para o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, mas sim do cumprimento de prazos legais. As demais ações em que a Lei 12.305/2010 não estabeleceu prazos máximos para o seu cumprimento foram objeto de Planos de Metas alternativos (Plano de Metas “Intermediário” e Plano de Metas “Desfavorável”), permitindo que durante as audiências e a consulta pública se construa o Plano de Metas mais adequado para cada situação apresentada.

2.3 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

No decorrer dos anos até o século XX, a população cresceu consideravelmente em todo o mundo, novas tecnologias e formas de produção levaram a economia a um novo patamar.

O modelo de gestão integrada de resíduos sólidos pode ser entendido como “um conjunto de referências político – estratégicas, institucionais, legais, financeiras, sociais e ambientais capaz de orientar a organização do setor”. (MESQUITA JUNIOR, 2007, p.15)

São elementos indispensáveis na composição de um modelo de gestão:

- ✓ reconhecimento dos diversos agentes sociais envolvidos, identificando os papéis por eles desempenhados e promovendo sua articulação;
- ✓ integração dos aspectos técnicos, ambientais, sociais, institucionais e políticos para assegurar a sustentabilidade;
- ✓ consolidação da base legal necessária e dos mecanismos que viabilizem a implementação das leis;
- ✓ mecanismos de financiamento para a auto sustentabilidade das estruturas de gestão e do gerenciamento;
- ✓ informação à sociedade, empreendida tanto pelo poder público quanto pelos setores produtivos envolvidos, para que haja controle social;
- ✓ sistema de planejamento integrado, orientando a implementação das políticas públicas para o setor. (LIMA, 2005).

A gestão de resíduos sólidos, conforme Monteiro et. al (2001), é o envolvimento de diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil com o propósito de realizar a limpeza urbana, a coleta, o tratamento e a disposição do lixo elevando assim a qualidade de vida da população e o asseio da cidade, levando em consideração as características das fontes de produção, o volume e os tipos de resíduos.

Na concepção de Schenkel (2008), podem ser distinguidas três fases distintas ao longo do processo evolutivo da disposição dos resíduos. A primeira fase denominada de período arcaico decorre até o ano de 1972 quando foi criada a primeira lei de remoção dos resíduos. O período arcaico pode ser descrito pela falta de conhecimento científico com relação à disposição do lixo, pela limitada preocupação da sociedade e dos governantes e pelo grande poder de barganha existente das grandes empresas.

A segunda fase denominada de período do desenvolvimento inicia-se a partir de 1972 e vai até meados da década de 1990, mais precisamente após a Rio-92 com a criação da lei de reciclagem na Alemanha. As principais características deste período são o aumento de tecnologias relacionadas à gestão dos resíduos, redução do número de lixões para aumento dos aterros sanitários, aumento do número de incineradoras passando assim o processo de reciclagem por uma evolução considerada, sendo adotada em diversos países.

A última etapa desta evolução tem seu início em 1996 e segue até os dias de hoje. Conhecida como período moderno incluindo melhoramentos na gestão de resíduos. Aplicam-se um cuidado especial ao tratamento de resíduos que possuam substâncias perigosas, como restos de produtos químicos, conteúdos de latas de *spray*, ácidos e solventes. O que o período moderno busca de acordo com Schenkel (2008), é o tratamento adequado para produtos de maior perigo e melhorias no processo de gestão de resíduos.

De acordo com Souza (2000, p. 27), o termo “gestão” assume um significado amplo quando se refere à questão ambiental, pois envolve um grande número de variáveis que interagem simultaneamente.

Segundo Machado (2003), o conceito de gestão é usado do sentido global e diversificado, como gestão ambiental integrada, gestão de recursos naturais, gestão do espaço, gestão integrada das águas entre outros.

No Brasil, muitas vezes os termos gestão e gerenciamento são utilizados com a mesma definição. A literatura Americana emprega para ambos a expressão *management*, sem distinção, pressupondo-se que seus significados estão englobados numa única palavra. No que se refere ao tema, resíduos sólidos são apresentados algumas definições.

Segundo Tchobanoglous (1998) gerenciamento de resíduos sólidos envolve a geração, armazenamento, coleta, transferência, transporte, tratamento e disposição final desses resíduos bem como aspectos econômicos, de engenharia, de saúde pública, ambientais entre outros fatores.

A Agência de Proteção Ambiental Americana, *US Environment Protection Agency* (USEPA, 2001), define gerenciamento integrado de resíduos sólidos como um processo por meio da combinação de quatro métodos: redução, reciclagem, combustão e disposição. Conforme a EPA, o gerenciamento integrado de resíduos sólidos é composto de ações, etapas, métodos, processos e facilidades, como planejamento, financiamento, regulação, operação e gerenciamento. Inclui também a redução de geração de resíduos, coleta, transferência, reciclagem dos materiais, compostagem, combustão (incineração ou geração de energia a partir da queima de resíduos) e disposição.

Em suma a gestão integrada de resíduos sólidos visa elaborar diretrizes para disciplinar as ações (gerenciamento), considerando os aspectos envolvidos (ambientais, econômicos, culturais, de saúde pública, políticos, sociais, técnicos urbanísticos, entre outros). Dessa forma, o gerenciamento faz parte da gestão e pode ser entendido como as etapas a serem executadas.

Atualmente em diversas localidades do território nacional, os resíduos são separados por seus componentes, cada um necessitando de coleta seletiva, transporte, tratamento e destino final separado. Pelos avançados critérios de gestão não existe um fluxo único de resíduos, considerando desde o processo de produção até a disposição do resíduo, pois trabalha-se com fluxos distintos que, partindo de componentes diferenciados, vão por vias específicas de transporte a diferentes pontos terminais de tratamento.

Por outro lado, a gestão final, que antes era única, hoje se estabelece como um sistema chamado Gestão Integrada, que prevê mais de um ponto terminal em função dos diversos fluxos dos resíduos.

Uma boa parte deste fluxo de materiais utilizado pela indústria segue o caminho simples, que percorre a fase de extração da matéria-prima da natureza, seguindo para a fase de produção de um determinado bem onde após a sua utilização é descartado. Mas este fluxo está ultrapassado por não estar econômica, social e ecologicamente corretos.

Como os recursos naturais são limitados deve se utilizar o caminho circular dos materiais. Este fluxo é baseado no conceito de desenvolvimento sustentável elaborado no relatório de Brundtland, onde o objetivo do caminho circular de acordo com Strauch (2008) vem a ser uma redução na quantidade de matéria-prima utilizada juntamente com a queda na disposição final de resíduos.

Conforme Strauch (2008) um ciclo sustentável para os materiais e resíduos deve estar em sintonia com certos critérios como: renovabilidade, gastos de energia, emissão de poluentes e passivo ambiental. A renovabilidade está relacionada com o aumento da reciclagem de matérias-primas não renováveis como metais, petróleo entre outros. Os gastos de energia têm por objetivo buscar capturar todos os gastos energéticos que foram utilizados desde a extração da matéria até a disposição final. A emissão de poluentes, de forma similar aos gastos energéticos, busca o total de emissão de poluição emitida, e por fim o passivo ambiental procura saber a quantidade dos materiais que acabam sendo descartados por inviabilidade de reciclagem, econômica ou por conflitos ambientais.

Dentre os estudos realizados sobre gestão de resíduos, Nunesmaia (2002), analisou os modelos de gestão socialmente integrados de resíduos urbanos no Brasil em quatro cidades;

uma de porte médio, Vitória da Conquista (nordeste) e três metrópoles: Porto Alegre e Curitiba (região sul) e Belo Horizonte (região sudeste) do país. As principais variáveis estudadas foram à gestão integrada de resíduos, a coleta seletiva organizada, a atividade dos catadores, a destinação final dos resíduos urbanos e o impacto socioambiental e sanitário dos resíduos urbanos.

De acordo com Nunesmaia (2002), a concepção do modelo definido como gestão dos resíduos urbanos socialmente integrados baseia-se na idéia do desenvolvimento alternativo de formas de tratamento e valorização dos resíduos, respondendo à preocupação com a minimização dos impactos sobre a saúde humana e o meio ambiente. Acrescente-se a isso a dimensão social, por intermédio da participação do cidadão no processo de gestão dos resíduos e da inserção social dos excluídos que vivem da coleta dos resíduos domésticos.

A estruturação do modelo engloba cinco elementos: a) sanitário (saúde humana); b) social (emprego de pessoas desfavorecidas, inclusive, catadores), c) comunicação (participativo), d) aspectos ambientais e, e) critérios econômicos.

Os critérios descritos são alguns que podem ser considerados como modo de produção e consumo sustentável, é importante salientar que existem outros, mas que não estarão sendo abordados neste trabalho.

A gestão integrada e sustentável dos resíduos sólidos (ISWM) inclui a redução da produção nas fontes geradoras, o reaproveitamento, a coleta seletiva com inclusão de catadores de materiais recicláveis e a reciclagem, e ainda a recuperação de energia (KLUNDER et al, 2001; ADEDIPE et al, 2005).

Os resíduos sólidos possuem várias denominações, naturezas, origens diferenciadas e diversas composições. A gestão dos vários tipos de resíduos tem responsabilidades definidas em legislações específicas e implica sistemas diferenciados de coleta, tratamento e disposição final (JACOBI ; BESEN, 2006). O poder público, além de gerenciar adequadamente os próprios resíduos gerados por suas atividades, deve disciplinar o fluxo dos resíduos no município.

A administração pública municipal tem a responsabilidade de gerenciar os resíduos sólidos, desde a sua coleta até a sua disposição final, que deve ser ambientalmente segura. O lixo produzido e não coletado é disposto de maneira irregular nas ruas, em rios, córregos e terrenos vazios, e tem efeitos tais como assoreamento de rios e córregos, entupimento de bueiros com conseqüente aumento de enchentes nas épocas de chuva, além da destruição de áreas verdes, mau cheiro, proliferação de moscas, baratas e ratos, todos com graves conseqüências diretas ou indiretas para a saúde pública.

2.3.1 Sistema de Coleta

Devido à geração diária de resíduos sólidos e o crescente aumento populacional a gestão integrada de resíduos sólidos deve ser planejada desde a origem até a disposição final. Antes de serem dispostos, esses resíduos devem passar por processo de reutilização, reciclagem ou outro tipo de tratamento, sempre que possível.

Uma estratégia de gerenciamento integrado de resíduos sólidos é a implantação de programas de coleta seletiva nas cidades a fim de reduzir a quantidade de resíduos encaminhada aos aterros.

No Brasil, a coleta de Resíduos Sólido Domiciliar (RSD) é de responsabilidade do governo municipal e pode ter características diversas, citadas a seguir:

- Coleta regular: é o sistema de coleta mais comum e ocorre porta a porta junto aos domicílios.
- Coleta extraordinária: é o sistema de coleta com caráter esporádico, ocorrendo apenas quando solicitado pelo poder público.
- Coleta especial: é o sistema de coleta de resíduos especiais, tais como resíduos de serviço de saúde.
- Coleta seletiva: é o sistema de coleta dos resíduos que apresentam potencial de reciclagem, tais como papel, vidro, plástico e metais.

Os sistemas de coleta regular e seletiva mais diretamente relacionados aos RSD, abaixo, serão mais bem detalhadas:

2.3.1.1 Coleta Regular

Este tipo de coleta é o mais comum, e ocorre porta a porta, junto aos domicílios. Os trajetos da coleta, os setores atendidos, e a frequência de recolhimento são previamente definidos.

Segundo o Ministério das Cidades (SNIS, 2009), aproximadamente 30% dos municípios pesquisados oferecem um sistema de coleta de resíduos domiciliares numa frequência de atendimento diário. A maior parte dos municípios realiza esse serviço duas a três vezes por semana. As informações foram obtidas em 407 municípios, os quais representam aproximadamente 60% da população urbana do Brasil.

Observa-se que num mesmo município, a frequência de coleta varia conforme o bairro. Com isso normalmente a coleta é realizada diariamente nas regiões centrais e em determinados bairros, e intercalada nos demais.

Dos 5.291 municípios que possuem coleta regular de resíduos sólidos nas vias e logradouros públicos, todos declaram realizar coleta na região central e quase 92% nos bairros. Com relação à frequência de coleta no centro especificamente, a PNSB – 2008 (IBGE 2010) indica que a maior parte dos municípios realiza coleta diária (60,4%). Cerca de 19% dos municípios realizam coleta três vezes por semana na área central e o restante estaria realizando este serviço entre uma e duas vezes por semana. Já nos bairros, o percentual de municípios com coleta reduz, assim como a frequência. A coleta diária nos bairros ocorre em aproximadamente 39% dos municípios, sendo a coleta intercalada (uma, duas ou três vezes por semana) a mais comum.

Os sistemas de coleta regular se diferenciam basicamente em função do tipo de recolhimento, da natureza do material recolhido (por grupo ou todos os recicláveis juntos) e da tecnologia aplicada nessa operação. Roviriego (2005), com base em relatório da USEPA (United States Environmental Protection Agency) Agência Americana de Proteção Ambiental, define e caracteriza os sistemas de coleta, podendo ser dos seguintes tipos: Coleta de “Meio-Fio” ou “Esquinas”, Recolhimento e devolução no quintal, Recolhimento no quintal, Porta a porta, Local específico de entrega, Extração a vácuo ou método pneumático e Contêineres rebocáveis de alta capacidade.

2.3.1.2 Coleta Seletiva

É o sistema de coleta dos resíduos que apresentam potencial de reciclagem, tais como papel, papelão, plástico, vidro e metal (metais ferrosos e não ferrosos). Pode ocorrer porta a porta, junto aos domicílios (tal como a coleta comum) ou através de pontos de entrega voluntária (PEV), onde a população deposita o material a ser reciclado em local previamente especificado.

A coleta seletiva de resíduos sólidos pressupõe que o resíduo seja previamente triado pelos geradores (população), facilitando seu manejo, separação e comercialização pelas cooperativas de reciclagem. (BARTHOLOMEU; CAIXETA FILHO, 2011).

Calderoni (2003) afirma que a legislação brasileira estabelece que o lixo doméstico seja de propriedade da Prefeitura, cumprindo-lhe a missão de assegurar a coleta e disposição final.

Segundo IBGE (2010) coleta seletiva é o recolhimento diferenciado e específico de materiais reaproveitáveis tais como, papéis, vidros, plásticos, metais, ou resíduos orgânicos compostáveis, previamente separados do restante do lixo nas suas próprias fontes geradoras. A coleta seletiva de resíduos recicláveis pode ser feita no sistema porta a porta, com o auxílio de veículos automotores convencionais ou de pequenos veículos de tração manual ou animal; ou, ainda, em pontos de entrega voluntária, em que os cidadãos os acumulam misturados entre si, ou em recipientes diferenciados para cada tipo de resíduo, facilitando seu posterior recolhimento e reduzindo os custos dessa operação. A coleta seletiva propriamente dita pode ou não ser seguida pelo processamento (triagem final, acondicionamento, estocagem e comercialização) dos resíduos recicláveis sob a responsabilidade da mesma entidade.

Coleta seletiva é um sistema de recolhimento dos materiais recicláveis tais como: papel, vidro, plásticos, metais e orgânicos previamente separados na fonte pelo gerador (população). Estes materiais são vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros (D'ALMEIDA ; VILHENA, 2002) e os resíduos orgânicos devem ser reaproveitados em compostagem.

A coleta seletiva é uma estratégia para encaminhar os resíduos sólidos domiciliares das áreas de disposição final para centrais de tratamento de resíduos (triagem e compostagem) por meio da separação dos materiais.

2.3.2 Pré-processamento

O pré-processamento refere-se a uma etapa intermediária que pode ser verificada ou não em alguns municípios que possuem manejo de resíduos sólidos, essa etapa refere-se à triagem dos recicláveis (papel, papelão, plásticos, vidro e metal), também podendo envolver a separação da matéria orgânica para posterior compostagem.

Segundo o IBGE (2010), em 2008, existiam no país 211 unidades de compostagem, que receberam cerca de 229 t/dia desse tipo de resíduo. Neste mesmo ano foram identificadas 643 unidades de triagem para resíduos recicláveis, as quais receberam cerca de 37 t/dia. A pesquisa Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) 2010, do IBGE (2010), e citado por Vieira (2011) constatou que 91,5% das latinhas de alumínio são recolhidas para reciclagem, seguidas das embalagens PET (54,8%), do vidro (47%), das latas de aço (46,5%), do papel (43,7%) e, finalmente das embalagens de leite longa vida e de sucos estão em ultimo lugar (26,6%).

2.3.3 Transbordo

Em alguns municípios, pode ser observada a existência de um local de transbordo de resíduos sólidos domésticos (RSD), geralmente constituído de antigos lixões/aterros, já encerrados.

O local de transbordo geralmente é necessário quando as localidades de destinação final situam-se mais distantes do raio de coleta. Sua função seria basicamente auxiliar na transferência da carga para veículos de maior capacidade, diminuindo assim o custo com transporte. (BARTHOLOMEU ; CAIXETA FILHO, 2011)

Esse é também o caso dos municípios que não possuem local de destinação de RSD: quando necessário “exportar” RSD para outro município, estes são encaminhados até um local de transbordo para que a carga seja transferida para veículos mais adequados para realização desse tipo de viagem. Segundo dados do IBGE (2010, p. 159), cerca de 19% dos municípios brasileiros não dispõem seus RSD no próprio município.

2.3.4 Tratamento

Define-se tratamento como uma série de procedimentos destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, seja impedindo descarte de lixo em ambiente ou local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável.

O tratamento mais eficaz é o prestado pela própria população quando está empenhada em reduzir a quantidade de lixo, evitando o desperdício, reaproveitando os materiais, separando os recicláveis em casa ou na própria fonte e se desfazendo do lixo que produz de maneira correta.

Além desses procedimentos, existem processos físicos e biológicos que objetivam estimular a atividade dos microrganismos que atacam o lixo, decompondo a matéria orgânica e causando poluição. As usinas de incineração ou de reciclagem e compostagem interferem sobre essa atividade biológica até que ela cesse, tornando o resíduo inerte e não mais poluidor (MONTEIRO et al, 2001).

a) Compostagem

É denominado compostagem o processo biológico de decomposição da matéria orgânica contida em restos de origem animal e vegetal. Esse processo tem como resultado final o composto orgânico, que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características para uso agrícola, sem ocasionar riscos ao meio ambiente (D'ALMEIDA ; VILHENA, 2002). É o tratamento ou a “industrialização” do lixo através de um conjunto de atividades e processos que visam promover a reciclagem de materiais inertes e a transformação da matéria orgânica putrescível num produto orgânico estável - Composto (BRASIL 2005).

É importante ressaltar sobre a prática da compostagem que apesar de ser uma alternativa viável do ponto de vista ambiental para o tratamento dos resíduos orgânicos, deve-se observar a qualidade do composto, isto está diretamente ligada à matéria-prima usada (PEREIRA NETO, 1996).

b) Reciclagem

A partir da vigência da Política Nacional de Resíduos Sólidos existe uma hierarquia a ser seguida na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos, com uma ordem de prioridade de ações a serem seguidas.

A reciclagem, que nos termos da lei, é o processo de transformação dos resíduos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, foi inserida dentre as ações prioritárias a serem executadas nesse processo de gestão de resíduos. (ABRELPE, 2008)

O processo de reciclagem trata, no seu conceito mais básico, do reaproveitamento dos componentes presentes nos resíduos de forma a resguardar as fontes naturais e conservar o meio ambiente.

A reciclagem é uma das alternativas de tratamento de resíduos mais vantajosas tanto do ponto de vista ambiental como social. Ela reduz o consumo de recursos naturais, poupa energia e água na reutilização da matéria-prima e ainda diminui o volume de lixo e a poluição. Além disso, quando há coleta seletiva bem estruturada, a reciclagem pode ser uma atividade rentável gerando emprego e renda para as famílias de catadores de materiais recicláveis, que tiram desta atividade o seu sustento e devem ser assumidas pelas gestões municipais como os parceiros prioritários em programas de coletas seletivas que venham ser implantadas localmente. Tais programas devem ser fruto de parcerias entre governo local e associações ou

cooperativas de catadores, de preferência ainda, com a participação de empresas privadas, unindo esforços e atraindo investimentos (BRASIL, 2005, p. 122).

Além da coleta informal (pelos chamados “catadores”), a operação em usinas de triagem é a etapa do processo de reutilização que absorve contingente significativo de trabalhadores, responsáveis pelo processo de triagem. (BARTHOLOMEU ; CAIXETA FILHO, 2011)

Segundo Monteiro et al (2001) denomina-se reciclagem a separação de materiais do lixo domiciliar, tais como papéis, plásticos, vidros e metais, com a finalidade de trazê-los de volta à indústria para serem beneficiados. Esses materiais são novamente transformados em produtos comercializáveis no mercado de consumo.

A reciclagem propicia as seguintes vantagens:

- preservação de recursos naturais;
- economia de energia;
- economia de transporte (pela redução de material que demanda ao aterro);
- geração de emprego e renda;
- conscientização da população para as questões ambientais.

Ainda conforme Monteiro et al (2001), a reciclagem ideal é aquela proporcionada pela população que separa os resíduos recicláveis em casa, jogando no lixo apenas o material orgânico.

O material reciclável que se encontra misturado no lixo domiciliar pode ser separado em uma usina de reciclagem através de processos manuais e eletromecânicos, conseguindo-se em geral uma eficiência de apenas 3 a 6% em peso, dependendo do tamanho e do grau de sofisticação tecnológica da usina.

De qualquer forma, o material separado em geral é sujo, com terra, gordura e vários outros tipos de contaminantes. Por isso o beneficiamento correto desse material pelas indústrias é muito oneroso.

Após a separação do lixo dos recicláveis aproveitáveis para a indústria, o restante dos resíduos, que são essencialmente orgânicos, pode ser processado para se tornar um composto orgânico, com todos os macro e micronutrientes, para uso agrícola.

O balanço gravimétrico (em peso) das diversas frações do lixo domiciliar após o processamento em uma usina de reciclagem passa pelas seguintes etapas que especificamos abaixo:

- Recepção
- Alimentação
- Triagem

a) Recepção

Na recepção é realizada a aferição do peso ou volume por meio de balança ou cálculo estimativo, o armazenamento em silos ou depósitos adequados com capacidade para o processamento de, pelo menos, um dia.

b) Alimentação

A alimentação acontece através do carregamento na linha de processamento, por meio de máquinas, tais como pás carregadeiras, pontes rolantes, pólipos e braço hidráulico.

É possível adotar dispositivos que permitem a descarga do lixo dos caminhões diretamente nas linhas de processamento, tornando independentes os equipamentos de alimentação daqueles que processam o lixo; assim, em caso de quebra dos primeiros, o processamento não será afetado.

c) Triagem

A triagem é a parte do processo onde acontece a dosagem do fluxo de lixo nas linhas de triagem e processos de separação de recicláveis por tipo.

Os equipamentos de dosagem de fluxo mais utilizados são as esteiras transportadoras metálicas, conhecidas também como chão movediço, e os tambores revolvedores.

A escolha do material reciclável a ser separado nas unidades de reciclagem depende, sobretudo, da demanda da indústria. Todavia, na grande maioria das unidades são separados os seguintes materiais:

- papel e papelão;
- plástico duro (PVC, polietileno de alta densidade, PET);
- plástico filme (polietileno de baixa densidade);
- garrafas inteiras;
- vidro claro, escuro e misto;
- metal ferroso (latas, chaparia etc.);
- metal não ferroso (alumínio, cobre, chumbo, antimônio etc.)

2.3.5 Incineração

“É a transformação da maior parte dos resíduos em gases e cinzas, através da queima em altas temperaturas (acima 900° C), em um ambiente rico em oxigênio, por um período pré-determinado, transformando os resíduos em material inerte e diminuindo sua massa e volume”. (BRASIL, 2005, p. 121)

De qualquer forma não se pode confundir a incineração com a simples queima dos resíduos. Trata-se um sistema complexo, que envolve milhares de interações físicas e reações químicas. Além do dióxido de carbono e do vapor d’água, outros gases são produzidos, incluindo diversas substâncias tóxicas que são liberadas como metais pesados (D’ALMEIDA ; VILHENA, 2002).

Segundo PNSB -2008 (IBGE, 2010) incineração é o processo de redução térmica da massa (geralmente, em até 70%) e do volume (usualmente, em até 90%) de resíduos, por meio de combustão controlada a temperaturas elevadas, efetuada em incinerador.

2.3.6 Digestão Anaeróbia

A digestão anaeróbia é um processo biológico natural que ocorre na ausência de oxigênio molecular, no qual populações bacterianas interagem estreitamente para promover a fermentação estável e autorregulada da matéria orgânica, da qual resultam, principalmente, os gases metano e dióxido de carbono (FORESTI, 1994).

De acordo com Klein (1972), as vantagens da digestão anaeróbia dos resíduos sólidos é a redução do volume para a disposição final, conversão sem poluição do ar, produção de um lodo estabilizado com características desejáveis e produção de um subproduto desejável (gás metano).

2.3.7 Destinação Final

É o conjunto de atividades que objetiva dar o destino final adequado ao lixo, com ou sem tratamento, sem causar danos ao meio ambiente. (CONAMA 283/01).

A coleta de lixo é um serviço que atinge diretamente a pessoa. A sua ausência ou falta de qualidade é rapidamente sentida e faz com que a pressão seja maior sobre as prefeituras. Contudo ao dar uma destinação final aos resíduos coletados, poucas pessoas serão diretamente

incomodadas. É desta forma que a gestão municipal deve dar prioridade a coleta e a limpeza pública e deixar a disposição final em segundo plano (MONTEIRO, 2001).

a) Lixão

Lixão ou vazadouro a céu aberto é uma forma inadequada de disposição final que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao solo, meio ambiente ou saúde pública. O mesmo que descarga a céu aberto ou vazadouro. Essa forma de disposição promove a proliferação de vetores (moscas, baratas, ratos, mosquitos), mau cheiro, poluição das águas superficiais e subterrâneas, além de não haver nenhum tipo de controle dos resíduos encaminhados para o local. (BIDONE ; POVINELI, 1999).

O "lixão" é uma forma inadequada de se dispor os resíduos sólidos urbanos porque provoca uma série de impactos ambientais negativos. Portanto, os lixões ou vazadouros devem ser recuperados para que tais impactos sejam minimizados (MONTEIRO et al, 2001).

b) Aterro controlado

O aterro controlado também é uma forma de se confinar tecnicamente o lixo coletado sem poluir o ambiente externo, porém, sem promover a coleta o tratamento do chorume e a queima do biogás.

Normalmente, um aterro controlado é utilizado para cidades que colem até 50 t/dia de resíduos urbanos, sendo desaconselhável para cidades maiores. (MONTEIRO et al, 2001)

Aterro controlado é o local utilizado para despejo do lixo coletado, em estado bruto, com o cuidado de, após a jornada de trabalho, cobrir esses resíduos com uma camada de terra diariamente, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais. (IBGE, 2010)

Aterro controlado é a técnica de disposição para minimização dos impactos ambientais sem causar danos ou riscos à saúde pública. Esse método utiliza alguns princípios de engenharia para confinamento dos resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de matéria inerte. Embora seja uma técnica preferível ao céu aberto, não substitui nem apresenta os demais controles de um aterro sanitário tais como: impermeabilização de base nem tratamento de percolato (termo empregado para caracterizar a mistura entre chorume produzido pela decomposição do lixo e água da chuva que percola o terreno) ou do biogás gerado. Esse

método é preferível ao lixão, porém causa problemas ambientais e é de qualidade bastante inferior ao aterro sanitário (BIDONE; POVINELI, 1999; MONTEIRO, 2001).

c) Aterro Sanitário

O aterro sanitário é um método para disposição final dos resíduos sólidos urbanos, sobre terreno natural, através do seu confinamento em camadas cobertas com material inerte, geralmente solo, segundo normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ao meio ambiente, em particular à saúde e à segurança pública. (MONTEIRO et al, 2001)

Aterro sanitário é o local utilizado para disposição final do lixo, onde são aplicados critérios de engenharia e normas operacionais específicas para confinar os resíduos com segurança, do ponto de vista do controle da poluição ambiental e proteção à saúde pública. (IBGE, 2010)

Aterro sanitário é o processo utilizado, com os critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção a saúde pública (BIDONE ; POVINELI, 1999). É uma obra de engenharia projetada sob aspectos técnicos, cuja finalidade é garantir a disposição dos resíduos urbanos sem causar danos à saúde pública e o meio ambiente. É considerada uma das técnicas mais eficientes e seguras de destinação final, já que permite um controle eficiente e seguro no processo e quase sempre apresenta a melhor relação custo benefício. (BRASIL, 2005)

De acordo com Mimides e Perraki (2000), muito dos resíduos sólidos que estão dispostos a céu aberto tem que ser acondicionado em sistemas de disposição conhecido como aterro sanitário onde o volume de resíduo é reduzido através da compactação.

Os aterros sanitários vêm sofrendo modificações, melhorando o seu projeto, no sentido de promover o menor dano possível ao meio ambiente seguindo os critérios de engenharia e normas operacionais adequadas (CAPELO NETO ; MOTA ; SILVA, 2000).

Méndez et al. (1989) e Lopes et al. (2001), reconhecem que os aterros controlados constituem o sistema comum mais freqüentemente empregado em nível mundial para destinar os resíduos sólidos urbanos devido à sua simplicidade operacional e baixo custo relativo.

A localização de um aterro sanitário é estudada de forma que atenda a uma série e requisitos, incluindo geologia do terreno, localização e movimentação das águas subterrâneas, zoneamento da área, distância do ponto de coleta, custos fixos e operacionais, entre outros (MARTIN ; JOHNSON ; MOSHIRI, 1999).

2.4 OS RESÍDUOS SÓLIDOS E OS ASPECTOS SOCIAIS

A destinação racional dos resíduos, sejam eles urbanos ou industriais, justifica-se, primeiramente, pela necessidade de evitar a sua simples deposição e contaminação do ambiente e, em segunda instância, pela possibilidade de se auferir renda a partir da reutilização. Portanto, além da dimensão ambiental, há a social, uma vez que a possibilidade de geração de renda é evidente, por meio da alocação do trabalho nos processos de coleta, triagem e processamento de resíduos. Além da pouca ou nenhuma qualificação exigida deste tipo de mão de obra, o reaproveitamento dos resíduos sólidos contribui sobremaneira para a inclusão social de trabalhadores com baixo grau de instrução, ou mesmo marginalizados do sistema formal de emprego. (BARTHOLOMEU ; CAIXETA FILHO, 2011).

Resíduos podem ser reutilizados, recuperados ou reciclados para uso na própria indústria ou externamente, de forma a reintegrá-los ao ciclo econômico, reduzindo a quantidade de resíduos enviada para tratamento e disposição final, em última instância a preservação de recursos naturais. (BARTHOLOMEU ; CAIXETA FILHO, 2011, p. 108)

As pessoas que trabalham, os “catadores”, são organizadas em instituições (associação ou cooperativa) ou, em alguns casos, podem ser funcionários da própria prefeitura. A renda auferida com a comercialização dos resíduos reutilizáveis geralmente retorna para os próprios trabalhadores e suas instituições. Também ocorre com certa frequência a concessão de benefícios aos trabalhadores por parte das prefeituras, tais como cestas básicas, auxílio-moradia, transporte ou mesmo alguma transferência de renda (bolsa). Essa é a lógica dominante e funcionamento das usinas de triagem de lixo no Brasil. (BARTHOLOMEU ; CAIXETA FILHO, 2011).

2.4.1 Reciclagem de Resíduos Sólidos

A partir da década de 50 o lixo converteu-se num dos mais notados problemas ambientais. Na segunda metade do século XX, experimentou-se uma série de transformações sociais que levaram ao declínio das comunidades rurais e a grandes concentrações urbanas, aos usos consumistas, e à incorporação de embalagens pela indústria que dificilmente são reutilizáveis. Além disso, ampliou-se a geração de resíduos a partir das atividades industriais, sanitárias, comerciais entre outras, para os quais não se havia previsto um mecanismo de eliminação ou transformação através da reciclagem desses resíduos.

O volume de resíduos produzidos atualmente apresenta-se como um dos problemas mais preocupantes à conservação do meio, levando-nos a pensar seriamente sobre o problema da captação, eliminação e reaproveitamento dos mesmos. Com a lei de corresponsabilidade sobre os resíduos, aprovada em agosto de 2010 (Lei Federal 12.305), assume-se a obrigação de alocação correta de resíduos, não sendo mais possível o despejo no mar, rios ou lixões a céu aberto.

O problema dos resíduos deve focar o correto tratamento, a fim de preservar o meio ambiente e a própria saúde da espécie humana, e o que fazer com as nossas sobras ou resíduos passou a ser a preocupação por parte dos órgãos governamentais e da sociedade.

A reciclagem de resíduos sólidos segundo Calderoni (2003) possui relevância ambiental, econômica e social por possuir ligações com diversas esferas como: Organização espacial; Preservação e uso racional dos recursos naturais; Conservação e economia de energia; Geração de empregos; Desenvolvimento de produtos; Finanças públicas; Saneamento básico e proteção da saúde pública; Geração de renda; Redução de desperdícios na fonte. (CALDERONI, 2003, p. 34).

Com estas relações pode se perceber a dimensão que a reciclagem se insere nas diversas esferas organizacionais. Com relação ao aspecto da geração de renda para a mão-de-obra de baixa qualificação, Strauch (2008) comenta que não se deve olhar a produção e a reciclagem de resíduos como formas para a redução da pobreza.

Motta (2006) menciona que o reaproveitamento de matérias advindas da reciclagem evita custos intratemporais, relacionados com a poluição gerada pela disposição do lixo e custos intratemporais, englobando a utilização dos recursos exauríveis. Os custos evitados mencionados podem englobar diferentes benefícios gerados pela reciclagem dos resíduos sólidos. (CALDERONI, 2003).

O esgotamento de matérias-primas pode ser reduzido utilizando a reciclagem, não somente para os recursos exauríveis, mas também para os recursos renováveis como, por exemplo, a utilização da celulose para a produção do papel que acaba demandando diversas áreas para o plantio e remanejamento, bem como a poluição gerada no processo produtivo do papel.

2.4.2 A Reciclagem sob a Ótica Econômica

A reciclagem gera benefícios ambientais, sociais e econômicos, mas para a sua implementação e manutenção, os custos se comparados entre a coleta normal e a seletiva simplesmente pelo valor, não olhando os benefícios proporcionados pela reciclagem pode se presumir que a reciclagem é inviável. De acordo com Motta (2006) existe uma falha de mercado diante do custo elevado, para o município ou agente privado, devido ao custo da reciclagem ser mais elevado do que o da coleta normal.

Diante do pressuposto de que o custo mais elevado da reciclagem possa tornar tal atividade ineficaz Calderoni (2003) argumenta que os custos da reciclagem podem ser mais elevados se analisados somente sobre a ótica de um agente e sem contar os benefícios gerados pela reciclagem em todo seu processo. Para os municípios se comparado o custo da coleta normal com relação à coleta seletiva, praticamente inviabiliza a aplicação da coleta seletiva isto se analisado somente sobre esta ótica, sem contar com os demais benefícios que podem ser gerados.

Strauch (2008) informa que os custos para a coleta seletiva são mais elevados, porque primeiramente o investimento é maior, além disto, a coleta seletiva necessita de gastos com logística, pessoal, combustível, caminhões e recipientes de coleta, porém reduz a intensidade no processo de triagem dos resíduos e se obtêm uma qualidade superior da matéria reciclada para a venda.

De acordo com Motta (2006) o nível de reciclagem é determinado pela participação da matéria reciclável em proporção ao total da matéria virgem utilizada no processo industrial, de modo que a expansão do mercado de reciclagem depende do preço cobrado pela matéria-prima virgem e o preço da matéria secundária. O custo da matéria virgem é composta pelo custo de extração, da escassez de suas reservas e o custo de energia que se relaciona com o processamento da matéria, já o custo da matéria reciclável depende dos custos de coleta, separação, beneficiamento e transporte.

2.4.3 A Reciclagem e a Energia na Busca pela Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental

O crescimento econômico e os altos padrões de vida são processos complexos que compartilham da necessidade de um abastecimento adequado e confiável de energia, que pode se originar do meio-ambiente. A instabilidade socioeconômica e ambiental frequentemente

tem sua origem na busca ou disputa por novas fontes energéticas, por ser considerado item relevante para a soberania nacional.

Hinrichs e Kleinbach (2003, p. 3) tratam da complexa relação entre energia e a sustentabilidade socioeconômica e ambiental:

O uso adequado da energia requer que se leve em consideração tanto as questões sociais como as tecnológicas. De fato, o crescimento econômico sustentável neste século [...] apenas pode ser possível com o uso planejado e eficiente dos limitados recursos energéticos e o desenvolvimento de novas tecnologias de energia.

A crise do processo de crescimento sustentável nas condições energéticas põe em questão a continuidade desse modo de produção e reprodução do sistema capitalista.

Braga et al (2005, p. 216) reforça que “o desenvolvimento de nossa sociedade urbana é industrial, por não conhecer limites, ocorreu de forma desordenada, sem planejamento, á custa de níveis crescentes de poluição e degradação ambiental”. Estes limites começaram a ser considerados no Clube de Roma e na reunião de Estocolmo em 1972, quando se estabeleceu um ambiente de discussão entre a controversa relação entre a dimensão econômica e a ambiental.

Mercado e Córdova (2005) recontam a história controversa entre o desenvolvimento sustentável e a indústria, e mostram diversos dilemas e diferenças entre o discurso e a prática do desenvolvimento sustentável. Os autores exemplificam com a ampliação da preocupação ambiental pela sociedade, inclusive com objetivo de propor novas formas de produção e consumo.

Silva e Mendes (2005, p. 15) avançam sobre essa controvérsia e argumentam que “a diferença entre o discurso e a prática ainda continua gerando conflito porque, além das óticas (capitalista e ambientalista), ao refletir sobre o longo prazo, a zona de negociação é menos árida do que no curto prazo”.

As fontes de energia para esse processo de desenvolvimento ainda são as não renováveis. De acordo com a Administração de Informações de Energia. (EIA, 2007), responsável pelas estatísticas americanas oficiais relativas à energia, apenas 14% do consumo global de energia é de fontes renováveis, principalmente energia hidroelétrica e nuclear (aproximadamente 90% das fontes renováveis). O crescimento foi sustentado praticamente pelo petróleo e o gás natural, que compuseram aproximadamente 60% da energia primária consumida entre 1980 e 2005. Contudo, há pequena mudança na participação relativa destas duas fontes.

Enquanto o petróleo reduziu sua participação de 40% em 1985 para 36% em 2005, o gás natural aumentou de 20% para 24% neste período. As fontes renováveis são aquelas que não podem ser esgotados, como a hídrica, eólica, a solar e a biomassa.

No Brasil, a fonte renovável (hidráulica, cana de açúcar e outros) é um pouco mais representativa, mas menor que a não renovável (petróleo e derivados, carvão, urânio, lenha e gás). Enquanto na década de 1970 a fonte renovável era muito superior, principalmente pelo uso da lenha (64% da produção de energia primária), em 2005 representava 47,3%. O petróleo, contudo, aumentou de 16% da produção de energia primária em 1970 para 42% em 2005. Isso mostra uma mudança na matriz energética, intensificando a dependência de combustível fóssil, que tem maior impacto ao meio ambiente.

A partir de dados do Ministério de Minas e Energia (MME, 2007), pode-se exemplificar mostrando que enquanto o consumo de energia cresceu a 3,7% ao ano entre 1970 e 2000, as emissões de CO₂, associadas ao uso de fontes energéticas, cresceram 3,3% ao ano. Esses impactos e o contexto dialético entre, impactos socioeconômicos e os ambientais, aumentaram a importância pela busca de novas fontes energéticas, reaproveitando os recursos disponíveis. Trabalhar apenas com inovações na demanda por energia não seria suficiente para criar mecanismo de sustentação de um processo de desenvolvimento. Neste aspecto, a busca pelo desenvolvimento de novas fontes renováveis abre espaço para novas experiências e inovações que demandam uma avaliação econômica, social e ambiental.

Uma destas fontes é a biomassa, alternativa de solução de dois problemas urbanos atuais: energia e resíduos sólidos. A energia de biomassa é derivada de matéria viva, como os grãos, as árvores e as plantas aquáticas,

Para lidar com esse distanciamento entre a teoria e a prática, Norton (2005, p. 356) afirma que se deve ressaltar a interdependência entre os diversos campos das ciências, de forma multidisciplinar, e ter uma orientação para a questão local na discussão sobre a sustentabilidade. Afirma o autor que a orientação local e a ênfase sobre os problemas atuais encorajam um pensamento sintético e prático.

Blackely (1994, p. 49) afirma que o desenvolvimento local representa não apenas uma nova retórica, mas uma importante alternativa que associa as atividades econômicas com o local.

Os países desenvolvidos, que alimentavam a crença do crescimento energético infundável, principalmente após o ciclo positivo pós-segunda guerra mundial, foram responsáveis pelas mudanças e inovações para desmistificar o paradigma energético. Isso resultou na queda da relação entre consumo energético e crescimento do PIB, seja pelo

aumento da eficiência energética dos equipamentos pelas mudanças na estrutura de ser encontrada nos resíduos agrícolas, florestais e de sólidos municipais. A energia de biomassa representou apenas 3,2% do consumo total de energia nos Estados Unidos em 2005 (EIA, 2007); no Brasil representa menos de 2,2% (MME, 2007).

Apesar de pouco representativo, o uso dos resíduos sólidos municipais incrementou-se significativamente na década de 1990 devido a um incentivo legal para produção de energia desta fonte nos Estados Unidos. Em 1960, quase 94% do resíduo sólido eram descartados, seja para incineração ou para outra alocação, como aterros.

Neste período, não havia produção de energia a partir dos resíduos. Este cenário se alterou a partir da década de 1990 quando a reciclagem, bem como a produção de energia, passou a ter importância na disposição dos resíduos sólidos municipais americanos. Do total dos resíduos, em torno de 15% era utilizado para produção de energia e 15% era reciclado. Em 2005, 34% dos resíduos era material recuperado (reciclados e orgânicos que retornavam como adubos e fertilizantes) e 14% continuavam gerando energia. Ou seja, em torno de 48% dos resíduos sólidos municipais americanos eram reaproveitados como novos recursos (energia ou insumo) (EIA, 2007).

No Brasil, a lei 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, os instrumentos desta política nacional abrangem planos de gestão integrada de resíduos sólidos: a logística reversa, cooperação técnica e financiamentos. Todos estes instrumentos, se bem aplicados, permitirão melhorar a qualidade de disposição e reaproveitamento dos resíduos existentes em prol do desenvolvimento sustentável. Cabe, contudo, avaliar alternativas econômicas, sociais e ambientais que viabilizem isso, além da consolidação e amadurecimento desta legislação.

Diante do exposto pode-se dizer que o eficaz gerenciamento dos resíduos sólidos é capaz de direcionar a maiores ganhos ao meio ambiente, a sociedade e a economia. Ganhos esses que a curto, médio e longo prazo poderão ser mensurados com o acompanhamento da eficácia e controle da Lei 12.305/2010, pelos organismos competentes.

Para uma melhor compreensão e análise sobre os conceitos do desenvolvimento sustentável e resíduos sólidos, e como a economia participa ativamente neste processo, nos capítulos seguintes, serão abordados o conceito sobre o desenvolvimento sustentável, a tratativa dos resíduos sólidos na Agenda 21 além de abordar em linhas gerais a visão da economia neoclássica e ecológica sobre o tema.

3 O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A QUESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Desenvolvimento sustentável é uma expressão que está presente atualmente, em toda e qualquer abordagem que trate das temáticas ambientais. A questão ambiental vem adquirindo uma grande importância nas últimas décadas, os últimos 50 anos foram marcados por profundas alterações nas relações sociais e o meio ambiente. Mas o que de fato significa o “desenvolvimento sustentável”? Este capítulo tem como objetivo introduzir os conceitos e informações específicas sobre desenvolvimento sustentável e a sua relação com a gestão de resíduos sólidos.

Reis, Fadigas e Carvalho. (2005) acreditam que um sistema econômico baseado no uso racional de recursos renováveis, na reciclagem de materiais e na distribuição justa dos recursos naturais ofereceria uma solução de equilíbrio entre a sociedade e a natureza. Além disso, para a transição desse novo paradigma, devem ser estabelecidas estratégias, políticas ambientais e energéticas que indiquem o caminho a seguir pelos empresários e famílias em busca do desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, os autores sugerem que produção, transporte e energia devem ser repensados, continuamente, de modo a incorporar novas tecnologias e métodos, práticas de gerenciamento e hábitos de consumo.

3.1 RUMO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Nesta seção serão citados alguns fatos da história recente que marcaram as discussões internacionais sobre o meio ambiente. Alguns autores consideram a publicação, em 1962, do livro *Primavera Silenciosa* (*Silent Spring*, 1962), pela bióloga Rachel Carson, chamando a atenção para a questão ambiental, como marco inicial para a preocupação com a natureza.

Outra influência nas discussões ocorreu, em 1968, em Paris, com a Conferência Intergovernamental de Especialistas sobre as Bases Científicas para Uso e Conservação Racionais dos Recursos da Biosfera, conhecida como Conferência da Biosfera, que foi organizada pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura). Esta conferência, também muito importante, foi direcionada somente para os aspectos científicos da conservação da biosfera e pesquisas em Ecologia.

Em 1968 constituiu-se o Clube de Roma, composto por cientistas, industriais e

políticos, que tinha como objetivo discutir e analisar os limites do crescimento econômico, levando em conta o uso crescente dos recursos naturais.

Detectaram que os maiores problemas eram: industrialização acelerada, rápido crescimento demográfico, escassez de alimentos, esgotamento de recursos não renováveis, deterioração do meio ambiente. Tinham uma visão ecocêntrica e definiam que o grande problema estava na pressão da população sobre o meio ambiente.

No ano de 1972, o grupo de pesquisadores liderado por Dennis L. Meadows publicou o estudo intitulado "Os Limites do crescimento". No estudo, fazendo uma projeção para cem anos (sem levar em conta o progresso tecnológico e a possibilidade de descoberta de novos materiais) apontou-se que, para atingir a estabilidade econômica e respeitar a finitude dos recursos naturais é necessário congelar o crescimento da população global e do capital industrial, o estudo compreendeu o período de 1900 a 2100 (MEADOWS et al., 1972 citado por TURNER, 2008).

A mensagem explícita no estudo foi de que o crescimento econômico global contínuo poderia levar a superação dos limites planetários no século XXI, levando ao colapso a própria população e o sistema econômico. Tal colapso, entretanto, poderia ser evitado a partir de uma combinação entre mudanças prévias no comportamento, na política e na tecnologia (TURNER, 2008).

Tal publicação significava uma volta às discussões malthusianas sobre os perigos do crescimento da população mundial e propunha crescimento econômico zero, representando um ataque direto às teorias de crescimento econômico contínuo (GODOY, 2007).

Em 1972 foi realizada em Estocolmo, Suécia a primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, onde a comunidade internacional se reuniu para discutir o meio ambiente global e as necessidades de desenvolvimento.

Daquela conferencia se tirou a Carta de Estocolmo, a qual ressaltava para "a necessidade de uma nova postura civilizatória, onde a utilização dos recursos naturais deveria atender às necessidades das gerações presentes, assim como garantir o suprimento das necessidades das gerações futuras". Esta passagem da carta passou a ser instituído como o conceito mais aceitável para o chamado Desenvolvimento Sustentável. Ainda que não se tenha definido como alcançá-lo. Essa Conferência conduziu, igualmente, à formulação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), primeira agência ambiental global. Conseguiu conglobar países em via de desenvolvimento e desenvolvidos, iniciando uma seqüência de Conferências da ONU (Organização das Nações Unidas). (DUARTE, 2005)

Como alternativa à polarização entre as idéias de “crescimento zero” e de “crescimento a qualquer custo”, Godoy (2007) cita que foi proposta uma abordagem eco desenvolvimentista. Para Romeiro (2010, p. 8) o eco desenvolvimento emerge como uma posição conciliadora, onde se reconhece o papel do progresso técnico em relativizar (mas não eliminar) os limites ambientais.

O Conceito de eco desenvolvimento, proposto por Ignacy Sachs (2000), procura unificar a abordagem do planejamento regional e local, convidando o planejador a mudar sua visão tradicional do processo de desenvolvimento. Significa adaptar o desenvolvimento científico e tecnológico às necessidades da população e aos limites do ambiente, e não vice versa. É acreditar que pode haver crescimento com qualidade do ambiente, através da minimização das retiradas dos estoques de recursos não renováveis e da maximização do proveito do fluxo de energia renovável (SACHS, 2000).

Sachs (2000) destaca que o enorme desafio do eco desenvolvimento consiste na identificação, em base sustentável, das necessidades genuínas de cada pessoa e de cada sociedade, respeitando sua diversidade e potencialidade de mudanças.

Para Camargo (2005) o termo desenvolvimento sustentável tem evoluído de forma a contemplar os vários aspectos da inter-relação ambiente e desenvolvimento. No entanto, adverte a autora, está longe de se conseguir consenso sobre o que significa e de como implementá-lo, por ser um tema complexo, circunscrito num contexto de busca de respostas que satisfaçam os requisitos de uma relação equilibrada entre sociedade humana e natureza.

3.2 CONCEITOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O termo *desenvolvimento sustentável* surgiu em 1980 e foi consagrado em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Comissão Brundtland, que produziu um relatório considerado básico para a definição desta noção e dos princípios que lhe dão fundamento (WORLD CONSERVATION STRATEGY, 1980).

De acordo com o Relatório Brundtland:

[...] desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforça o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações futuras [...] é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades. (CMMAD, 1998, p. 46).

Observa-se, com o passar do tempo, que a preocupação ambiental evoluiu de problemas predominantemente locais para questões de alcance regional ou mesmo global. As propostas da Comissão Brundtland seguem nesse sentido, chamando a atenção para a importância da cooperação internacional na solução dos problemas do meio ambiente e desenvolvimento (REIS ; FADIGAS ; CARVALHO, 2005).

A partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD/UNCED (“Rio-92” ou “Eco-92”), o termo desenvolvimento sustentável ganhou grande popularidade e vem sendo objeto de tentativas de estabelecimento de políticas de gestão que buscam contemplar os seus princípios centrais. A partir do Rio-92, passou a ser melhor compreendida a dependência mútua entre o desenvolvimento e um meio ambiente equilibrado e a relação pobreza e degradação. Além disso, fica destacado o papel do desenvolvimento tecnológico com solução dos problemas ambientais e redução da pobreza. (BARTHOLOMEU ; CAIXETA FILHO, 2011).

O Relatório obteve rápida e ampla repercussão internacional. Os princípios do desenvolvimento sustentável estão na base da Agenda 21, documento aprovado por mais de 180 países durante a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992. As ideias ali contidas foram assimiladas pelas organizações do sistema das Nações Unidas e diversas organizações internacionais, e desde então, têm sido progressivamente incorporadas às agendas de numerosos países. Trata-se de um novo paradigma para abordar um velho desafio: o desenvolvimento. Nesta nova ótica, a noção de desenvolvimento, por muito tempo identificado ao progresso econômico, extrapola o domínio da economia através da sua integração com as dimensões social, ambiental e institucional, apoiando-se em novos paradigmas. (MONTEIRO et al, 2001)

Para Mello (1999, apud BARTHOLOMEU ; CAIXETA FILHO, 2011, p. 42) o “desenvolvimento sustentável é mais que crescimento. Ele exige uma mudança no teor do crescimento, a fim de torná-lo menos intensivo de matérias-primas e energia, e mais equitativo em seu impacto. Tais mudanças precisam ocorrer em todos os países, como parte de um pacote de medidas para manter a reserva do capital ecológico, melhorar a distribuição de renda e reduzir o grau de vulnerabilidade as crises econômicas.”

O grande desafio da economia da sustentabilidade é desenvolver métodos para integrar princípios ecológicos e limites físicos no formalismo dos modelos econômicos, tais como a

leis de conservação de massa, primeira e a segunda leis de termodinâmica¹ (MANSSAN, 1992, p. 198 citado por CAVALCANTI, 1994). Integrar princípios físicos no formalismo dos modelos da economia não é tarefa simples, e necessita de abordagens multidisciplinares, transdisciplinares, holísticas e sistêmicas (CAVALCANTI, 1994).

É preciso ressaltar que, apesar de cada vez mais difundido, o conceito de desenvolvimento sustentável ainda esta em processo de construção, sendo ainda hoje objeto de discussão e adaptação, visando, acima de tudo, tornar uma definição possível de ser implementada na prática.

No contexto dos debates sobre a sustentabilidade, o tema dos resíduos assume papel central, especialmente devido ao aumento da produção, da periculosidade de alguns resíduos e dos problemas relacionados ao gerenciamento inadequado e a falta de área para a disposição final dos mesmos. Em razão desse conjunto de aspectos, os resíduos sólidos ganharam espaço na Agenda 21, conforme se destaca a seguir.

3.3 O TEMA RESÍDUOS SÓLIDOS NA AGENDA 21

A preocupação mundial em relação aos Resíduos Sólidos Domiciliares tem crescido devido ao aumento da produção, ao aumento da periculosidade de alguns resíduos, ao gerenciamento inadequado e a falta de área para disposição final nestes resíduos.

Na CNUMAD/UNCED (1992) mais de 180 países, incluindo cerca de 100 chefes de estado, formalizaram cinco documentos direta ou indiretamente relacionados com a proteção e conservação da biodiversidade em nível global, a saber:

- Convenção sobre Biodiversidade;
- Convenção sobre Mudanças de Clima;
- Agenda 21;
- Princípios para Administração Sustentável das Florestas;
- Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

¹ Conceitos da termodinâmica, desenvolvidos a partir de Prigogine (1967) na teoria das estruturas dissipativas, são utilizados apropriadamente pela “escola da economia ecológica” para explicar o funcionamento de sistemas socioeconômicos. Discussões sobre a influência epistemológica do paradigma da mecânica na economia e sobre a importância de sua substituição pelo paradigma da termodinâmica na economia podem ser encontradas em Georgescu-Roegen (1971), Boulding (1978), Daly e Cobb (1989) e Mirowski (1989).

A Agenda 21 é um instrumento estratégico de gerenciamento compatível com a preservação do meio ambiente, buscando a minimização na produção de resíduos, a maximização de práticas de reutilização e reciclagem ambientalmente corretas, a promoção de sistemas de tratamento e disposição dos resíduos compatíveis com a preservação ambiental e a ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos. Estando estas áreas relacionadas, devem estar integradas a fim de constituir uma estrutura ampla e ambientalmente saudável para o manejo dos resíduos sólidos urbanos (CRESPO, 2003).

Mais do que um documento, a “Agenda 21” é um processo de planejamento participativo que analisa a situação atual de um país, estados, município e/ou região e planeja o futuro de forma sustentável. Esse processo de planejamento deve envolver todos os atores sociais na discussão dos principais problemas e na formação de parcerias e compromissos para a sua solução a curto, médio e longo prazos.

Para a United Nations Conference on Environment and Development (UNCED, 1992) ou (CNUMAD) a Agenda 21 destacou os capítulos 4, 20, 21, 22 e 30 para desenvolver cenários elementares na geração, no sistema de gerenciamento e na disposição final de resíduos. Em cada capítulo são verificados o direcionamento da temática com o desenvolvimento sustentável, como se vê no quadro abaixo:

Quadro 1 - Resíduos Sólidos na Agenda 21

Capítulos	Temáticas
Capítulo 4	<p>Discute as mudanças do padrão de consumo promovendo comportamentos de consumo que não esgotem reservas naturais e que as necessidades básicas das populações e a promoção de padrões sustentáveis de consumo pelas sociedades.</p> <p>Como ações são citadas prioridades em redução de desperdício de embalagens de produtos, estímulo a reciclagem, introdução de novos produtos ambientalmente saudáveis e compromissos dos governantes em propiciar oferta de informações sobre a aquisição de bens ambientais saudáveis, conscientização dos consumidores com relação aos impactos causados pelos resíduos, além de incentivos e programas de reciclagem e coleta diferenciada.</p>
Capítulo 20	<p>É destacado o manejo ambiental saudável dos resíduos perigosos, buscando alternativas para melhorar o gerenciamento através da prevenção do tráfico internacional ilícito de resíduos perigosos e do correto gerenciamento desses resíduos.</p>

Capítulo 21	<p>Apresenta o manejo ambiental saudável dos resíduos sólidos e suas relações com os esgotos e duas águas residuais, considerando os restos domésticos e resíduos não perigosos tais como os resíduos comerciais e institucionais, o lixo das ruas e os entulhos de construção e resíduos humanos.</p> <p>Os fundamentos para este capítulo são o manejo ambientalmente saudável desses resíduos que deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados e buscar resolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Isso implica na utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente. As quatro principais áreas de programas relacionadas com os resíduos, a saber: Redução ao mínimo dos resíduos; Aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambientalmente saudáveis dos resíduos; Promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos; Ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos.</p> <p>Como as quatro áreas de programas estão correlacionadas e se apoiam mutuamente, devem estar integradas a fim de constituir uma estrutura ampla e ambientalmente saudável para o manejo dos resíduos sólidos municipais. A combinação de atividades e a importância que se dá a cada uma dessas quatro áreas variarão segundo as condições socioeconômicas e físicas locais, taxas de produção de resíduos e a composição destes. Todos os setores da sociedade devem participar em todas as áreas de programas</p>
Capítulo 22	Promoção do manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioativos.
Capítulo 30	<p>Contribuição do comércio e da indústria.</p> <p>Reconhece-se cada vez mais que a produção, a tecnologia e o manejo que utilizam recursos de maneira ineficiente criam resíduos que não são reutilizados, despejam dejetos que causam impactos adversos à saúde humana e o meio ambiente e fabricam produtos que, quando usados, provocam mais impactos e são difíceis de reciclar, precisam ser substituídos por tecnologias, sistemas de engenharia e práticas de manejo boas e conhecimentos técnico-científicos que reduzam ao mínimo os resíduos ao longo do ciclo de vida do produto. Como resultado, haverá uma melhora da competitividade geral da empresa. Na Conferência sobre Desenvolvimento Industrial Ecologicamente Sustentável, organizada em nível ministerial pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI) e realizada em Copenhague em outubro de 1991, reconheceu-se a necessidade de uma transição em direção de políticas de produção mais limpas.</p>

Fonte: A Autora, 2012 (baseada na UNCED, 1992).

A Agenda 21, desta forma, é o instrumento adequado para definirmos o planejamento de gestão dos resíduos sólidos voltados para agrupamento entre os todos os aspectos envolvidos no processo do desenvolvimento sustentável. Desta forma tornou-se extremamente importante por atender pelo menos quatro objetivos amplos do equilíbrio ecológico, social e econômicos, que são: o progresso social considerando as necessidades de cada pessoa; a

proteção efetiva do meio ambiente; a utilização racional dos recursos naturais e a manutenção dos altos níveis de manutenção econômica (PHILLIPS et al, 1999; WORD BANK, 1999).

Destaca-se no seu capítulo 21, intitulado manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos às questões relacionadas com os esgotos, no qual afirma:

O manejo ambiental saudável dos resíduos devem ir além da simples deposição final ou seu aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados e buscar resolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Isto implica na utilização do conceito de manejo integrado do ciclo de vida do produto (Integrated Life Cycle Management), um instrumento que apresenta a oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção ao meio ambiente. (BRASIL 2007).

Esse gerenciamento se baseia na análise, avaliação ou apreciação do ciclo de vida do produto (Life Cycle Assessment) que significa procurar conhecer todos os impactos do produto sobre o meio ambiente, desde a extração das materiais primas, seu transporte e beneficiamento, passando pelos processos de produção, comercialização, uso, manutenção, descarte e disposição final.

Ainda segundo a Agenda 21, a estrutura da ação necessária deve apoiar-se em uma hierarquia de objetivos a centrar-se nas quatro principais áreas de programas relacionadas com resíduos, a saber:

- Redução ao mínimo de resíduos;
- Aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambiental saudáveis dos resíduos;
- Promoção do tratamento e da disposição ambiental saudáveis dos resíduos;
- Ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos;

Portanto da formulação de políticas públicas que visam o gerenciamento ambiental adequado dos resíduos, devem ser utilizados instrumentos econômicos, tecnológicos e científicos, tendo como objetivo:

- Redução da geração de resíduos;
- Reutilização;
- Reciclagem;
- Tratamento e destino final ambientalmente saudável;
- Ampliação do alcance dos serviços (universalização).

Os objetivos têm como base os princípios dos 3R's, amplamente difundidos como o caminho apontado para a solução dos problemas relacionados com o lixo – Reduzir, Reutilizar e Reciclar. No mundo inteiro a ordem é reduzir a geração de lixo e fatores associados a estes princípios devem ser considerados, como o ideal da prevenção e não geração de resíduos, somados a adoção de padrão de consumo sustentável, visando poupar os recursos naturais e conter o desperdício. (BRASIL, 2005). No Brasil esta questão foi mais difundida com a Agenda 21 assim como o 5º Programa Europeu para o Ambiente e Desenvolvimento de 1993. Neste documento, foi estabelecida a política dos “3R's” que consiste num conjunto de medidas de ação.

- Reduzir significa consumir menos produtos e preferir aqueles que ofereçam menor potencial de geração de resíduos e tenham maior durabilidade;
- Reutilizar significa utilizar várias vezes a mesma embalagem, com um pouco de imaginação e criatividade podemos aproveitar sobras de materiais para outras funcionalidades, exemplo: garrafas de plástico/vidro para armazenamento de líquidos e recipientes diversos para organizar os materiais de escritório.
- Reciclar é transformar o resíduo antes inútil em matérias-primas ou novos produtos, é um benefício tanto para o aspecto ambiental como energético.

Naime (2005, p. 33) enfatiza que essa redução gera economia para todas as operações da empresa. O segundo R, que se refere à reutilização, onde, todos os materiais que possam ser reutilizados, sejam para a mesma função, ou para outra, deve ser reaproveitado. O autor acredita que essa prática deve ser adotada, mesmo que dificulte o processo. Por fim, o R que se refere à reciclagem, onde, todos os resíduos gerados podem ser encaminhados para empresas que irão utilizá-los como matéria-prima novamente.

De acordo com Naime (2005, p. 34) “a ordem dos 3R segue o princípio que causa menor impacto, evitando a geração dos resíduos, reutilizando ao mesmo estado em que se encontram e só então partindo para a reciclagem”. Visualiza-se com base na visão de Naime (2005) que os 3R enfatizam a minimização da geração de resíduos.

O gerenciamento dos resíduos sólidos sofreu um avanço em relação aos 3R e já encontramos na literatura o quarto “R” de Recuperação, e esta recuperação vem através da recuperação de materiais ou de energia. A disposição final correta em um aterro sanitário deveria ser somente para a fração dos resíduos que não possam mais ser reaproveitáveis, recicláveis ou recuperáveis (LIMA, 2005).

Os projetos de recuperação de energia a partir do aproveitamento dos resíduos sólidos domiciliares em aterros sanitários passaram a ser discutidos partir da Conferência de Johannesburgo, em 2002, e constituir também numa oportunidade de negócios, como Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL). Dessa forma, os países desenvolvidos financiam projetos de diminuição da poluição para atingir suas metas de redução das emissões de carbono (GOLDENBERG, 2003).

3.4 TRATAMENTO TEÓRICO DA ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE

Nesta subseção serão analisados aspectos importantes abordados pela economia no que diz respeito ao meio ambiente. No primeiro momento, são apresentadas as linhas gerais das visões da economia neoclássica e da economia ecológica da questão ambiental. Em seguida, é enfocada a questão das externalidades das visões de Pigou e Coase, dado que estas possuem estreita relação com o tema em estudo nesta dissertação, os resíduos sólidos.

3.4.1 Sustentabilidade Ambiental na Visão Neoclássica e Ecológica

A economia do meio ambiente ou neoclássica tem como principal objeto de estudo a internalização (monetária) das externalidades (custos externos) via o mercado. Para que isso ocorra, Alier (1998) menciona dois aspectos que devem ser levados em consideração: como valorar monetariamente os custos externos e quais instrumentos de política econômica devem ser utilizados para atingir o nível ótimo de poluição e ótimo social. Para atribuir valor monetário aos custos externos, empregam-se, principalmente, técnicas de valoração de contingência². O nível ótimo de poluição é encontrado para um determinado nível de produção, iguala-se ao custo externo marginal. Os instrumentos de política econômica (instrumentos econômicos) que podem levar ao ótimo social são, por exemplo, o emprego de uma negociação coasiana (para tal, deve ser estabelecidos direitos de propriedade sobre o meio ambiente), o uso de um imposto pigoviano, normas legais e multas.

Portanto, na ótica da economia ambiental, são feitas suposições de que as externalidades, bem como as contribuições advindas de um recurso ou serviço ambiental, não negociáveis no mercado, podem receber uma valoração adequada.

A economia ecológica por sua vez, Alier e Jusmet (2000, p. 14) mencionam que uma das principais preocupações da escola é a "(in)sustentabilidade ecológica da economia". Tal

² Consiste em aplicar questionários para identificar a disposição a pagar do prejudicado para que a poluição cesse ou diminua.

preocupação aparece também em Hauwermeiren (1998, p. 7) o qual menciona que economia ecológica "[...] é a ciência da gestão da sustentabilidade". Os autores evidenciam que a abordagem do tema sustentabilidade deve ser feita sem restringir-se somente a um tipo de valor, expresso em unidades monetárias, como fazem os neoclássicos.

Alier e Schlülpman (1991), por seu turno, mencionam que a economia ecológica questiona a economia neoclássica, em dois pontos particulares, porém significativos. O primeiro refere-se à formação dos preços dos recursos naturais renováveis e exauríveis, o outro consiste nas inserções humanas sobre o meio ambiente. Os autores questionam, por exemplo, se o preço de um recurso está bem valorado pelo mercado. Se o preço está muito baixo, seu consumo será elevado repercutindo em menores quantidades para as gerações futuras. Além disso, indagam também, se o preço pago pelas indústrias por despejarem dejetos no meio ambiente está correto e quais seriam os preços adequados.

A economia ecológica, segundo Daly (1991), incorpora muitas características da economia neoclássica, porém possui uma postura mais questionadora, observa-se que a economia ecológica abrange a economia, economia dos recursos naturais, economia do meio ambiente e ecologia.

Alguns economistas, como O'Connor (1999, p. 22), referem-se à sustentabilidade como uma "mudança não negativa do capital natural". Isto implica na necessidade de manter constante o estoque dos recursos naturais, por ex.: solo e sua qualidade, águas superficiais e subterrâneas e suas qualidades, biomassa terrestre e aquática, capacidade de assimilação de resíduos pelo meio ambiente etc.. Diante do exposto, a sustentabilidade temporal do fluxo de benefícios, bens e serviços, oriundos dos ecossistemas é uma pré-condição para o desenvolvimento sustentável.

Para os economistas ecológicos, a economia ecológica engloba a economia neoclássica ambiental e a transcende por incluir a avaliação física dos impactos ambientais da economia humana. Ao visar à sustentabilidade, torna-se necessário ajustar os preços e outros incentivos locais para refletir os custos ecológicos globais, bem como desenvolver programas que não levem ao declínio contínuo do estoque do capital natural. Para a escola, os limites ao crescimento são reais devido à escassez de recursos naturais e sua capacidade de suporte, sendo pouco provável que sejam superados pelo progresso técnico. Diante do exposto, é possível verificar que a economia ecológica na sua concepção de sustentabilidade enfatiza em primeiro lugar a capacidade de suporte da Terra, em segundo a distribuição equitativa dos recursos (tema desprezado pelos neoclássicos) e por fim, trata a realocação entre os

indivíduos, através do mercado, via formação de preços (abordagem inversa aos neoclássicos) (ALIER ; JUSMET, 2000).

3.4.2 Externalidades

O termo é usado para designar fenômeno ou situação em que o bem estar de um indivíduo, ou as condições de produção de uma empresa, são afetadas pela ação de um agente econômico, sem que este último tenha que arcar com as consequências disso no mercado.

Eaton e Eaton (1999, p. 544) definem como externalidades:

Quando o comportamento de agente econômico afeta para melhorar ou piorar o bem estar de outro, então dizemos que o agente está impondo uma externalidade positiva ou negativa, a pessoa afetada.

Segundo Motta (2006) as externalidades estão presentes sempre que terceiros ganham sem pagar por seus benefícios marginais ou perdem sem serem compensados por suportarem o malefício adicional. Assim, na presença de externalidades, os cálculos privados de custos ou benefícios diferem dos custos ou benefícios da sociedade.

Uma externalidade positiva ocorre quando um indivíduo ou empresa tomam uma decisão de não receber o benefício integral da decisão. O benefício para o indivíduo ou a empresa é menor do que o benefício para a sociedade. Assim, quando existe uma externalidade positiva em um mercado não regulamentado, a curva de benefício marginal (curva de demanda) do indivíduo é menor do que a curva de benefício marginal para a sociedade.

Quando existe uma externalidade positiva em um mercado não regulamentado, os consumidores pagam um preço menor e consomem menos quantidade do que o resultado socialmente eficiente.

A externalidade positiva é “a ação pela qual um produtor ou um consumidor beneficia outros produtores ou consumidores, mas não sofre as consequências disso sobre o preço de mercado e nem recebe uma quantia monetária em troca”. (PINDYCK ; RUBINFELD, 1999, p. 632).

Segundo Motta (2006) há externalidade negativa quando o agente gera custos a terceiros pelo qual não paga, existindo assim partes prejudicadas. Exemplos mais comuns de externalidades negativas estão relacionados justamente aos efeitos gerados ao meio ambiente

por algum tipo de processo produtivo, como uma indústria que expela fumaça no ar, ou outras que depositam seus resíduos em rios, a alocação inadequada de resíduos sólidos urbanos etc.

Externalidades são, assim, manifestações de preços ineficientes. E estas manifestações são decorrentes geralmente de direitos de propriedade não completamente definidos, não permitindo desta forma a observação dos princípios de não exclusividade e não rivalidade, impedido que certos bens sejam transacionados em mercados específicos e por tanto, impossibilitando a transformação do seu valor em preços. Para que tenhamos bens valorados de forma eficaz é necessário que os bens em questão obedeçam aos princípios básicos da rivalidade e da exclusividade.

3.4.2.1 Arthur Pigou: a correção das externalidades através da taxa da poluição

Para tratar da questão da poluição, igualmente se discute o conceito de externalidades, entendido como central nos debates acerca da relação economia e meio ambiente.

Arthur Cecil Pigou (1932) elaborou uma forma de imposto conhecida como taxa pigouviana. O objetivo desta taxa de modo geral é impor às empresas poluidoras uma taxa para a emissão de poluição fazendo com que estas arquem com os custos gerados a sociedade por meio de externalidades negativas.

Para Pigou a existência de uma externalidade provocava uma divergência entre os custos ou benefícios sociais e os custos ou benefícios privados, sustentava a necessidade de que as externalidades negativas fossem contempladas pelo Estado, impondo a seus respectivos responsáveis uma taxa, essa taxa deveria ser a diferença entre o custo social e o custo privado, ou seja, constitui-se no estabelecimento de uma taxa sobre a emissão de poluentes. Constituindo uma política de cunho econômico de controle dos níveis de poluição, propondo a negociação entre a sociedade e as indústrias poluidoras a fim de chegar a um ponto de ótimo ou de equilíbrio.

Segundo Pigou (1932) a análise do problema das externalidades seria observada através do que chamou de ótimo social requerendo a igualdade entre o benefício marginal social (BmgS) e o custo marginal social (CmgS). O BmgS é dado pela agregação do BmgS privado com o BmgS externo. O CmgS é dado pela agregação do CmgS privado e o CmgS externo.

$$\text{BmgS} = \text{Bmg privado} + \text{Bgm externo}$$

3.4.2.2 Teorema de Coase: direitos de propriedade e solução de mercado para as externalidades

Coase (1960) em seu artigo “*The Problem of Social Cost*” faz uma análise em relação à teoria de Pigou alegando que ao se incorporar a ideia do custo de oportunidade, a existência de mecanismos corretivos são desnecessários para equilibrar os custos sociais, os próprios agentes envolvidos passariam a negociar as externalidades envolvidas no processo. Esse conceito deu-se o nome de Teorema de Coase.

O argumento defendido por Coase (1960) é que não há necessidade de qualquer tipo de intervenção para que as duas partes negociem até que se atinja o nível ótimo de controle. Só é necessário que se tenha definido o direito de propriedade e que os custos de negociação sejam desprezíveis.

A solução mais simples para resolver o problema das externalidades é atribuir um preço a bens e serviços ambientais ou desenvolver processos sociais do tipo poluidor-pagador, o qual permitem avaliar monetariamente o custo da super-exploração de certos recursos naturais ou da poluição, solucionando o problema sem recorrer diretamente à intervenção governamental implicando assim em internalizar as externalidades, porque, como dito, por vezes a fonte de uma externalidade encontra-se tipicamente na ausência de direitos de propriedade bem definidos. (COASE, 1960).

O teorema de Coase, afirma que sempre que existam externalidades, as partes envolvidas podem reunir-se e chegar a acordos pelos quais a externalidade seja internalizada, e logo a eficiência assegurada, assim como a poluição e outras externalidades podem ser eficientemente controladas através de negociações voluntárias entre as partes afetadas, isto é, entre poluidores e vítimas de poluição. A questão aqui tem a ver com o fato de muitos dos problemas de poluição envolver bens de propriedade comum sem direitos de propriedade definidos. Coase diz que se estes existissem os proprietários teriam incentivos para atingir o nível eficiente de poluição. O teorema diz que não interessa quem possui os direitos de propriedade, desde que alguém os possua, e conseqüentemente a poluição poderá ser reduzida através de negociação voluntária entre as partes.

Conforme pode ser observado no decorrer deste trabalho os temas desenvolvimento sustentável e gestão de resíduos sólidos estão interligados e contribuem de forma efetiva com a sociedade, a economia e o meio ambiente. De posse destas afirmações neste capítulo a será possível demonstrar através da análise dos benefícios líquidos sociais que pode ser obtido através da reciclagem. No capítulo a seguir será apresentado o cenário dos resíduos no Brasil

em alguns países selecionados que se destacam na gestão de resíduos e no Rio Grande do Sul que é o foco principal deste trabalho.

4 CENÁRIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Neste item será apresentado um panorama sobre a gestão dos resíduos sólidos no Brasil e em alguns países selecionados. Destacam-se países aonde os Resíduos Sólidos Urbanos vem apresentando destaque, passando por aspectos históricos e conceituais com base no desenvolvimento sustentável e atendendo aos princípios da Agenda 21.

No Brasil, a prestação dos serviços de manejo de resíduos urbanos se encontra distante de ser equacionada, no entanto verifica-se uma melhoria de alguns indicadores.

O atendimento da população pelos serviços de coleta de resíduos domiciliares na zona urbana está próximo da universalização. Observa-se a expansão de 79%, no ano 2000, para 97,8% em 2008 (IBGE, 2010). A coleta dos resíduos sólidos urbanos está cada vez mais privatizada, e o número de empresas filiadas à Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2008) passou de 45, em 2000, para 92, em 2009, e coletaram cerca de 183 mil toneladas de lixo diariamente em 2009.

A média de geração de resíduos sólidos urbanos no país, segundo projeções do SNIS (2009) da Abrelpe (2008), varia de 1 a 1,15 kg por hab./dia, padrão próximo aos dos países da União Europeia, cuja média é de 1,2 kg por hab./dia. Para a Abrelpe, enquanto o crescimento populacional foi de apenas 1% entre os anos de 2008 e 2009, a geração *per capita* apresentou um aumento real de 6,6% na quantidade de resíduos domiciliares gerados, o que demonstra a ausência de ações com o objetivo de minimizar a geração de resíduos (ABRELPE, 2008).

O país gerou mais de 57 milhões de toneladas de resíduos sólidos em 2009, crescimento de 7,7% em relação ao volume do ano anterior. As capitais e as cidades com mais de 500 mil habitantes foram responsáveis por quase 23 milhões de toneladas de RSU dia (ABRELPE, 2008).

Os serviços de manejo dos resíduos sólidos compreendem a coleta, a limpeza pública bem como a destinação final desses resíduos, e exercem um forte impacto no orçamento das administrações municipais, podendo atingir 20,0% dos gastos da municipalidade.

A Região Sul destacou-se pelo número de entidades privadas atuando no setor, 56,3%, indicando que a terceirização dos serviços é uma tendência nos municípios da região. O destaque coube ao Estado do Rio Grande do Sul, onde 60,2% dos municípios dispunham de serviços terceirizados, seguido pelos Estados de Santa Catarina e Paraná, com 55,3% e 51,7%, respectivamente. (SNIS, 2009).

Na Região Norte, destacaram-se, nesse sentido, os municípios do Estado do Pará, onde a destinação dos resíduos aos lixões foi praticada 94,4% deles. Na Região Nordeste, os

destaques negativos couberam aos municípios dos Estados do Piauí, Maranhão e Alagoas: 97,8%, 96,3% e 96,1%, respectivamente.

Na Região Sul, os municípios de seus três estados – Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná – registraram as menores proporções de destinação dos resíduos sólidos aos lixões: 2,7%, 16,5% e 24,6%, respectivamente. O destaque coube aos municípios do Estado de Santa Catarina, com 87,2% desses resíduos destinados a aterros sanitários e controlados, figurando os municípios dos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul com 81,7% e 79,2%, respectivamente.

Na Região Sudeste, os municípios do Estado de São Paulo registraram as menores proporções de destinação dos resíduos sólidos aos lixões, 7,6%, enquanto os municípios do Estado do Rio de Janeiro foram o destaque negativo, sendo este tipo de destinação praticado por 33,0% deles. (SNIS, 2009).

O levantamento mostrou que, em relação à frequência da coleta regular dos resíduos sólidos residenciais nas áreas onde o serviço era ofertado, em 5 291 municípios a coleta foi feita no núcleo e, em outros 4 856, nos bairros da cidade. Na maioria desses municípios, o recolhimento foi realizado diariamente ou três vezes por semana, independente da região do País. Em relação aos outros tipos de resíduos domiciliares, apenas para os resíduos comerciais um volume significativo de municípios ofereceu o serviço (5 332), enquanto, para os resíduos de saúde não sépticos, a coleta ocorreu em 3 961 municípios e, para os resíduos industriais não perigosos, em somente 2 085 cidades do País. Para esses tipos de resíduos, as frequências de coleta diária ou três vezes na semana foram as que apresentaram maior regularidade.

A matéria orgânica gerada nas residências representa mais de 50% da massa do lixo coletado e disposto em aterros sanitários, e apenas 3% são aproveitados em processos de compostagem (CEMPRE, 2010). Proveniente, em geral, do desperdício de alimentos, a matéria orgânica, quando disposta em aterros sanitários, ao se decompor, emite gases de efeito estufa e contribui para o aquecimento global e as mudanças climáticas.

A disposição final dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários tem aumentado ao longo dos últimos anos no país (IBGE, 2010). Enquanto no ano 2000, 17,3% dos municípios utilizavam aterros sanitários para a destinação final, em 2008, passaram para 27,7%. No entanto, cerca de metade dos 5.564 municípios brasileiros ainda dispõem em lixões, e o percentual de cidades que dispõem em aterros controlados permaneceu praticamente estagnado nos oito anos, 22,3% (2000) e 22,5% (2008). A crescente redução da disposição em lixões, verificada entre os anos 2000 e 2008, deve-se ao fato de as 13 maiores

cidades, com população acima de um milhão de habitantes, coletarem mais de 35% de todo o lixo urbano do país e terem seus locais de disposição final adequada.

A PNSB 2008 (IBGE, 2010) identificou, ainda, que 26,8% das entidades municipais que faziam o manejo dos resíduos sólidos em suas cidades sabiam da presença de catadores nas unidades de disposição final desses resíduos. Tal atividade é exercida, basicamente, por pessoas de um segmento social marginalizado pelo mercado de trabalho formal, que têm na coleta de materiais recolhidos nos vazadouros ou aterros uma fonte de renda que lhes garante a sobrevivência.

Conforme o IBGE (2010) os primeiros programas de coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos no Brasil começaram a partir de meados da década de 1980, como alternativas inovadoras para a redução da geração dos resíduos sólidos domésticos e estímulo à reciclagem.

Desde então, comunidades organizadas, indústrias, empresas e governos locais têm sido mobilizados e induzidos à separação e classificação dos resíduos nas suas fontes produtoras. Tais iniciativas representaram um grande avanço no que diz respeito aos resíduos sólidos e sua produção.

As primeiras informações oficiais sobre a coleta seletiva dos resíduos sólidos foram levantadas pela PNSB 1989 (IBGE, 2010), (TABELA 1), que identificou, naquela oportunidade, a existência de 58 programas de coleta seletiva no País. Esse número cresceu para 451, segundo a PNSB 2000, e para 994, de acordo com a PNSB 2008, demonstrando um grande avanço na implementação da coleta seletiva nos municípios brasileiros.

Conforme a última pesquisa, tal avanço se deu, sobretudo, nas Regiões Sul e Sudeste, onde 46,0% e 32,4%, respectivamente, dos seus municípios informaram programas de coleta seletiva que cobriam todo o município. Na Região Sul, dos programas implementados, 42,1% se concentravam em toda a área urbana da sede do município e 46,0% cobriam todo o município. Na Região Sudeste, 41,9% cobria toda a área urbana da sede municipal.

Nas regiões Sul e Sudeste é observada mais fortemente este tipo de iniciativa tendo como percentual aproximado de 46% e 32% dos municípios respectivamente, com programa de coleta seletiva.

Tabela 1 -Evolução do número de programas de coleta seletiva no país

PNSB	Número de programas de coleta seletiva
1989	58
2000	451
2008	994

Fonte: IBGE, 2010.

Em 1989, a PNSB mostrava que o percentual de municípios que vazavam seus resíduos de forma adequada era de apenas 10,7 %. Quanto aos Resíduos Sólidos: “Lixões” ainda era o destino final em metade dos municípios.

A partir do relatório da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PSNB) – 2008 (IBGE, 2010), é possível verificar a geração aproximada de RSD no Brasil. Entretanto, esses dados estão de certa forma agrupados aos resíduos resultantes da limpeza de vias e logradouros públicos.

A Tabela 2 nos mostra a situação da destinação final dos resíduos sólidos onde os vazadouros a céu aberto, conhecidos como “lixões”, ainda são o destino final dos resíduos sólidos em 50,8% dos municípios brasileiros, mas esse quadro teve uma mudança significativa nos últimos 20 anos: em 1989, eles representavam o destino final de resíduos sólidos em 88,2% dos municípios. As regiões Nordeste (89,3%) e Norte (85,5%) registraram as maiores proporções de municípios que destinavam seus resíduos aos lixões, enquanto as regiões Sul (15,8%) e Sudeste (18,7%) apresentaram os menores percentuais. Paralelamente, houve uma expansão no destino dos resíduos para os aterros sanitários, solução mais adequada, que passou de 17,3% dos municípios, em 2000, para 27,7%, em 2008. (IBGE 2010).

Tabela 2 - Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos (%)

Brasil - 1989/2008			
	Destino final dos resíduos sólidos, por unidade de destino dos resíduos %		
	Vazadouro a céu aberto	Aterro Controlado	Aterro sanitário
1989	88,20	9,60	1,10
2000	72,30	22,30	17,30
2008	50,80	22,50	27,70

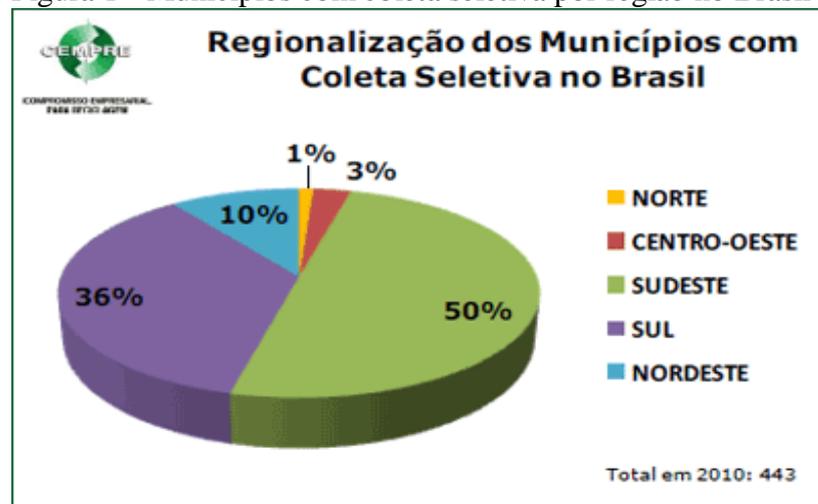
Fonte: A Autora, 2012 (adaptada do IBGE/2008).

A PNSB-2008 (IBGE, 2010, p. 153) constatou que apenas dois dos 5.564 municípios não possuem serviços de manejo de resíduos sólidos, e que 99,6% dos municípios possuem coleta regular de lixo. Mas é importante ressaltar que cerca de 45,5% dos municípios com área de difícil acesso declararam realizar coleta parcial ou mesmo não realizar coleta nestas áreas.

A coleta seletiva de resíduos sólidos tem aumentado, de 58 municípios que a praticavam em 1989, para 451 em 2000, e foram identificados 994 em 2008. Em 653 municípios, a coleta seletiva é operada pelo município em conjunto com catadores organizados em cooperativas e associações, e em 279 municípios, por catadores atuando de forma isolada (IBGE, 2010). Esse crescimento resulta especialmente da política na esfera federal, na qual o modelo de coleta seletiva prevalente é baseado na viabilização da prestação do serviço de coleta seletiva formal dos municípios por meio da contratação de organizações de catadores (BESEN, 2011; DIAS, 2009).

Na figura 1 é apresentada a distribuição por região dos municípios com coleta seletiva. Observa-se que 50% dos municípios com coleta seletiva estão na região sudeste, 36% na região sul, 10% na região nordeste, 3% no centro-oeste e 1% na região norte, ficando a região Sul e Sudeste com aproximadamente 86% do total dos municípios com coleta seletiva, cerca de 8% do total dos Municípios. Cerca de 22 milhões de brasileiros têm acesso a programas municipais de coleta seletiva, apesar do número de cidades com esse serviço ter aumentado, na maior parte delas a coleta não cobre mais que 10% da população local. (CEMPRE, 2010).

Figura 1 - Municípios com coleta seletiva por região no Brasil



Fonte: Cempre, 2010.

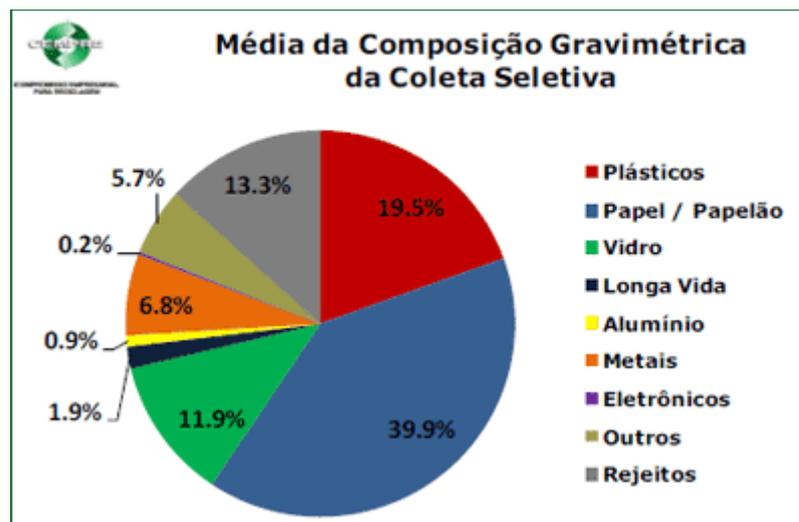
Na figura 2 é apresentada a composição gravimétrica da coleta seletiva, que apresenta o percentual de cada componente em relação ao peso total do lixo. A composição

gravimétrica traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada, é importante por indicar a possibilidade de aproveitamento das frações recicláveis para comercialização e da matéria orgânica para a produção de adubo orgânico. No caso dos resíduos de origem domiciliar e comercial, normalmente dispostos em aterros, os componentes comumente discriminados na composição gravimétrica são: matéria orgânica putrescível, metais ferrosos, metais não ferrosos, papel, papelão, plásticos, trapos, vidro, borracha, couro, madeira, entre outros. Nesta figura é apresentada a composição da coleta seletiva por material recolhido no Brasil, sendo 39,9% papel e papelão, 19,5% plásticos, 11,9% vidros, 6,8% metais 0,9% alumínio 3%, outros 5,7% rejeitos 13,3% embalagem longa vida 1,9%.

A quantidade coletada de papel e/ou papelão, plástico, vidro e metal (materiais ferrosos e não ferrosos), têm como principais compradores desses materiais os comerciantes de recicláveis (53,9%), as indústrias recicladoras (19,4%), entidades beneficentes (12,1%) e outras entidades (18,3%). (IBGE, 2010).

Destacamos as aparas de papel/papelão que continuam sendo os tipos de materiais recicláveis mais coletados por sistemas municipais de coleta seletiva (em peso), seguidos dos plásticos em geral, vidros, metais e embalagens longa vida. A porcentagem de rejeito ainda é grande, o que reforça a ideia de que é preciso tanto melhorar o serviço de coleta como conscientizar a população para separar o lixo corretamente em suas casas. (CEMPRE, 2010)

Figura 2 - Média da Composição Gravimétrica da Coleta Seletiva Brasil



Fonte: Cempre/2010

Na figura 3 são apresentados os modelos de coleta seletiva existentes no município. A maior parte dos municípios realiza a coleta seletiva de porta em porta (78%), os Postos de Entrega Voluntária são alternativas para a população participar da coleta seletiva (44%).

Cresce a cada ano o apoio às cooperativas de catadores como parte integrante da coleta seletiva municipal (74%), os municípios podem conciliar mais de um método para promover a coleta seletiva. (CEMPRE, 2010)

Figura 3 - Modelos de coleta seletiva existentes nos municípios



Fonte: Cempre, 2010.

Na figura 4 podem ser observados os agentes executores da coleta seletiva municipal. A coleta seletiva dos resíduos sólidos municipais é feita pela própria Prefeitura em 52% das cidades pesquisadas, sendo que empresas particulares são contratadas para executar a coleta em 26%, mais da metade (62%) apoiam ou mantêm cooperativas de catadores como agentes executores da coleta seletiva municipal. Dentre os apoios mais comuns, estão: equipamentos, galpão de triagem, pagamento de gastos com água e energia elétrica, caminhões, capacitações e auxílio na divulgação e educação ambiental.

É importante ressaltar que os municípios podem ter mais de um agente executor da coleta seletiva. (CEMPRE, 2010).

Figura 4 - Agentes executores da coleta seletiva municipal



Fonte: Cempre, 2010.

No gráfico 1, é apresentada a evolução da média de custos da coleta seletiva, observa-se que o custo médio da coleta seletiva nas grandes cidades o calculado foi de US\$ 204,00³. Considera-se o valor médio da Coleta Regular de Lixo US\$ 47,22⁴. O custo da coleta

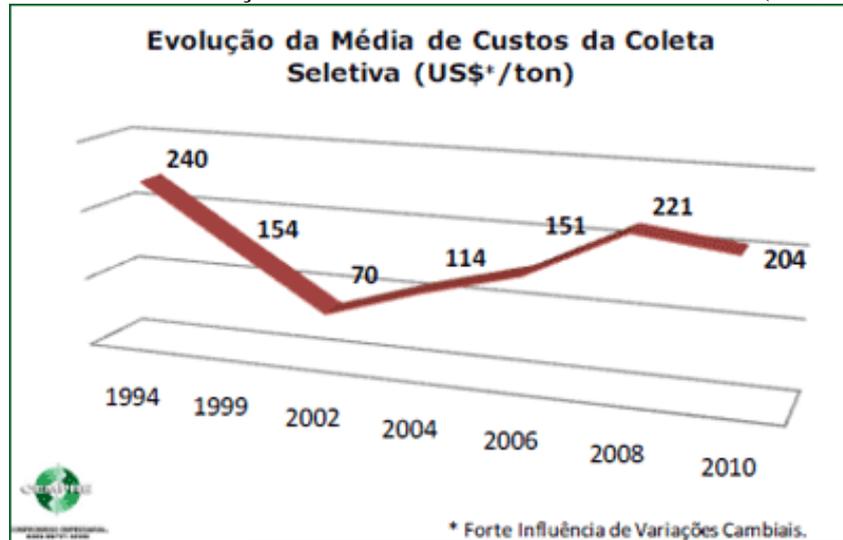
³ O valor para conversão em reais foi de US\$ 1,00 = R\$ 1,80 (ou R\$ 367,20)

⁴ O valor para conversão em reais foi de US\$ 1,00 = R\$ 1,80 ou (R\$ 85,00).

seletiva é 4 vezes maior que o custo da coleta convencional, a menor diferença desde a primeira pesquisa.

A diferença de critérios na divulgação dos custos dificulta a comparação entre os municípios nos estudos detalhados, (CEMPRE, 2010).

Gráfico 1 - Evolução Média de Custos de Coleta Seletiva (US\$/Ton.)



Fonte: Cempre, 2010.

A partir do Relatório da PNSB – 2008 (IBGE, 2010), é possível verificar a geração aproximada de RSD no Brasil. Entretanto, esses dados estão de certa forma agrupados aos resíduos resultantes da limpeza de vias e logradouros públicos conforme podemos observar na tabela 3 abaixo.

Tabela 3 - Quantidade diária coletada de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (t/dia) segundo as grandes Regiões - 2008

Região	RS Doméstico exclusivamente	RS públicos exclusivamente	Domiciliar e público em separado		Domiciliar e público em conjunto	Total
			RSD	Público		
Norte	877	962	4.443	3.433	4.924	14.639
Nordeste	433	554	8.421	5.765	32.033	47.206
Sudeste	13847	1.081	21.571	6.285	25.397	68.181
Sul	3325	1.737	4.195	1.388	26.697	37.342
Centro-Oeste	1509	832	3.279	4.472	6.028	16.120
Brasil	19.991	5.166	41.909	21.343	95.079	183.488

Fonte: A Autora, 2012 (baseada no IBGE, 2010).

A Tabela 4 apresenta a distribuição da coleta seletiva no Brasil e regiões com o desafio a ser enfrentado, uma parte considerável da coleta de materiais recicláveis é realizada por catadores de maneira informal (catadores autônomos) e assim não é contabilizada nas estatísticas oficiais. Por esse motivo, os dados apresentados devem ser analisados com cautela, uma vez que representam o valor parcial da quantidade de RSU encaminhada para reciclagem. Em termos nacionais o número de municípios com algum sistema de coleta seletiva aumentou 120% mas a fração dos municípios que já possuem algum sistema de coleta não ultrapassa os 18% do total. (IBGE, 2010)

Tabela 4 - Distribuição da coleta seletiva por região

Unidade de Análise	Total de municípios com Coleta Seletiva		% sobre o total de Municípios		% com coleta seletiva somente sede municipal		% com coletas em outras áreas	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008	2000	2008
	Brasil	451	994	39%	38%	29%	41%	32%
Norte	1	21	0%	5%	0%	48%	100%	48%
Nordeste	27	80	19%	38%	33%	30%	48%	33%
Sudeste	140	408	38%	32%	18%	42%	44%	26%
Sul	274	454	42%	46%	34%	20%	23%	34%
Centro-Oeste	9	31	44%	16%	22%	48%	33%	35%

Fonte: A Autora, 2012 (baseada no IBGE ,2002, 2010).

Ao se tratar a questão da reutilização dos RSU, é importante ter-se em mente o potencial existente no Brasil.

Magalhães (2008), utilizando dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2002, apresenta informações relevantes. Segundo a autora, os dados revelam em termos percentuais do peso total, a situação é ilusoriamente favorável, uma vez que 47,1% do lixo coletado no Brasil é disposto em aterros sanitários, contra 22,3% destinados aos aterros controlados e 30,5% em lixões. Em contrapartida em número de municípios, o resultado mostra outra realidade: apenas 18,4% possuíam aterros controlados, 13,8% aterros sanitários e 63,6% dos municípios utilizam lixões, sendo que 5% não informaram como são dispostos seus resíduos.

A tabela 5 ilustra a destinação dos RSU Brasil em comparação a alguns países selecionados. Podemos observar que o Brasil é um dos países com o menor índice de reciclagem. A compostagem também é muito pequena e o país faz uso de um grande percentual de Aterro Sanitário, embora neste item estejam incluídos os aterros controlados e os lixões. De qualquer forma, o Brasil está situado a frente de países como Reino Unido, Grécia e Itália no que diz respeito ao percentual de reciclagem.

Tabela 5- Destino % dos RSU em Países Selecionados

Pais	Reciclagem	Compostagem	Aterro Sanitário
Holanda	39	7	12
Suíça	31	11	13
Dinamarca	29	2	11
Estados Unidos	24	8	55
Austrália	20	<1	80
Japão	15		7
Israel	13		87
França	12		48
Brasil	8	2	90 (2)
Reino Unido	8	1	83
Grécia	5		95 (2)
Itália	3	10	80
Suécia	3	5	40
México	2		98(2)

(1) Basicamente incineração

(2) Incluem aterros controlados e lixões

Fonte: Bartholomeu e Caixeta Filho, 2011.

A Tabela 6 apresenta o percentual de resíduos sólido que o Brasil vem reciclando em comparação com alguns países selecionados. A Suécia apresentava um percentual de reciclagem de 40% do total dos seus resíduos em 2005. Estados Unidos, Espanha e França apareciam com 25%. Já o Brasil apresentava apenas 11% de reciclagem. (CEMPRE, 2009).

Tabela 6 - Brasil no Cenário Mundial de Reciclagem de Resíduos Sólidos %

Pais	%
Suécia	40
EUA	25
Espanha	25
França	25
Reino Unido	15
Brasil	11
Tailândia	10
Grécia	10
Portugal	5
Polônia	4
México	5
Argentina	3

Fonte: CEMPRE, 2009.

Até então foi apresentado e analisado neste trabalho, os dados dos Resíduos Sólidos no Brasil, a seguir será apresentado e analisado os dados referentes aos Resíduos Sólidos no estado do Rio Grande do Sul.

4.1 A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO GRANDE DO SUL: ESTIMAÇÃO DOS BENEFÍCIOS SOCIAIS DA RECICLAGEM

Neste capítulo, é apresentado tanto o cenário da gestão dos resíduos no Rio Grande do Sul quanto à estimativa dos benefícios sociais da reciclagem, calculada conforme os critérios apresentados na metodologia.

Segundo a Lei nº 9.921, de 27 de julho de 1993 a gestão dos resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul, gerenciamento de resíduos sólidos “é o estabelecimento de diretrizes e a implantação dos serviços de limpeza urbana, sobre os aspectos ambientais, econômicos, financeiros, administrativo, técnicos, sociais e legais para todas as fases do manejo da sua geração até a sua disposição final”. Com base nesta lei, gestão integrada de resíduos sólidos “é a maneira de conceber, implementar, administrar sistemas de Limpeza Urbana considerando ampla participação dos setores da sociedade com a perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Estados e Municípios a partir da Lei 12.305/2010 tem até 2014 para adequarem-se a nova legislação. A análise dos dados do SNIS (2009), apresentada a seguir, desenha o cenário da gestão dos resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul no final da década passada e sinaliza para as necessidades de adequação dos seus municípios.

4.1.1 Aspectos Gerais da Coleta de Resíduos Sólidos no Rio Grande do Sul

Segundo o SNIS (2009), do total de 496 municípios do Estado do Rio Grande do Sul, 254 declararam ter coleta de resíduos urbano e rural, sendo que 181 municípios contam com serviço de coleta seletiva de resíduos sólidos, ou seja, 42% da população total declarada.

Na figura 5 é apresentado o percentual da população atendida pela coleta de resíduos sólidos. Os dados mostram que a população urbana é atendida em 92% na coleta de resíduos sólidos enquanto a população rural em 8%. (SNIS, 2009)

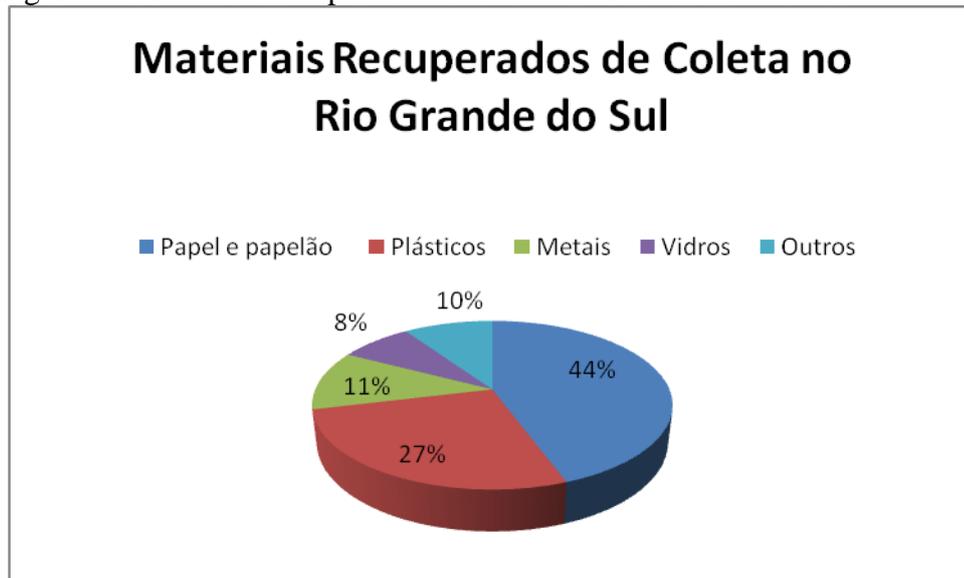
Figura 5 - População atendida declarada pela coleta de resíduos no Rio Grande do Sul



Fonte: A Autora, 2012 (baseada no SNIS/2009)

Na figura 6 é apresentado o percentual de material recuperado de coleta seletiva no Rio Grande do Sul. Ali se verifica que 44% do material recuperado consistem em papel/papelão, 27% plásticos, 11% metais, e 8% vidros e os demais 10% em outros. (SNIS, 2009)

Figura 6 - Materiais Recuperados de Coleta no Rio Grande do Sul



Fonte: A Autora, 2012 (baseada no SNIS/2009)

A Tabela 7 apresenta o número de lixões ainda existente no Estado, comparativamente a Região Sul e o Brasil. No Brasil, 50,5% dos municípios possuem lixões; na Região Sul são 15,5% e no Rio Grande do Sul são 3,8% dos municípios, o que equivale a 10 municípios dentre os 260 que responderam à pesquisa do SNIS.

Cabe ressaltar que, de acordo com a Lei 12.305/2010 Art. 54. “A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei”. Isto quer dizer que estes 10 municípios tem até o ano de 2014 para regularizar sua disposição de resíduos.

Tabela 7 - Número de Municípios com Lixão -2009

Unidade de Análise	Número de Municípios	População Urbana	Municípios com presença de Lixões	%
Brasil	5.565	160.008.433	2.810	50,5%
Sul	1.188	23.355.240	182	15,3%
RGS *	260	7.130.239	10	3,8%

Fonte: A Autora, 2012 (baseada no PNRS , 2011 ; SNIS, 2009) *

De qualquer forma, vale lembrar que os 260 municípios respondentes da pesquisa do SNIS podem ilustrar a realidade estadual, mas estes dados precisam ser analisados com ressalvas, visto que o Rio Grande do Sul possui 491 municípios.

4.1.2 Coletas Regular e Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado

Na mesma linha do item anterior, é possível comparar a situação do RS com a brasileira no que tange às coletas regular e seletiva, cujos dados são apresentados na Tabela 8, abaixo. Os dados para o RS tem como fonte o SNIS 2009 e os dados para o Brasil são baseados em IPEA (2010).

Os RSUs incluem resíduos domiciliares (RDOs) e resíduos públicos urbanos (RPU). Verifica-se que a coleta regular no Brasil apresentou um volume de 49 milhões de ton./ano; no RS ela chegou a 1,6 milhão de ton./ano em 2009. No Brasil, isto equivale a 97,6% da coleta total e no RS a 95,5%. Quanto à coleta seletiva, no Brasil ela alcançou 1,2 milhão de ton./ano (2,4% do total) e no RS chegou a 78 milhões de ton./ano (4,71% do total).

Tabela 8- Coleta Regular e Coleta Seletiva Brasil e Rio Grande do Sul - 2009

	Coleta Regular Brasil	Coleta Regular RGS	Coleta Seletiva Brasil	Coleta Seletiva RGS
Valores absolutos (t/ano)	49.030.679,80	1.658.814,60	1.217.875,50	78.190,26
Participação relativa (%)	97,60	95,50	2,40	4,71

Fonte: A Autora, 2012 (baseada no SNIS, 2009)

A título de ilustração da realidade estadual, a tabela 9 apresenta o volume da Massa coletada *per capita* para os municípios por classes de população. Chama a atenção que a coleta seletiva para a população urbana em kg/per capita nos municípios com até 50 mil habitantes é a maior dentre as três classes, chegando a 0,15 kg/hab./dia enquanto que nos municípios com mais de 300 mil habitantes ela chega a apenas 0,04 kg/hab./dia. O mesmo se verifica para o total da população, que inclui também a população rural; nos municípios menos populosos, a coleta diária média é maior do que nos demais.

Tabela 9 - Média da Massa Coletada per capita no Rio Grande do Sul (Kg/hab./Dia)

Municípios	Coleta RDO+ RSU população total	Coleta RDO População Urbana	Coleta Seletiva População Total	Coleta Seletiva População Urbana
> 50 mil/hab.	0,83	0,55	0,43	0,15
<50 >300 mil/hab.	0,98	0,74	0,14	0,02
< 300 mil/hab.	0,77	0,59	0,05	0,04

Fonte: SNIS, 2009.

Os dados acima parecem contrariar o senso comum. O volume de coleta seletiva *per capita* para os municípios menores é, em geral, muito maior do que para os municípios maiores. O senso comum aponta que cidades maiores têm, em geral, maior nível de organização da coleta de resíduos, maior nível de consciência sobre a coleta seletiva, maior nível de consumo de materiais recicláveis e, portanto, espera-se que o peso *per capita* de coleta seletiva seja maior nesses municípios. Uma hipótese para a explicação dos dados do SNIS é que há um viés de seleção nas respostas dos municípios pequenos. Como a resposta ao formulário enviado pela pesquisa é voluntária e depende do nível de organização das prefeituras consultadas, imagina-se que somente as prefeituras mais organizadas respondam aos questionários. (IPEA, 2010)

Outra hipótese é a de que, em cidades maiores há mais catadores independentes que fazem coleta de materiais de forma paralela àquela organizada pela prefeitura. Dessa forma, tudo que eles coletam e vendem fica de fora das estatísticas municipais. (IPEA, 2010)

Sendo assim ressaltamos que os dados apresentados na Tabela 7 sejam analisados com as observações apontadas acima, com as devidas ressalvas, mas podem ser utilizadas para apresentar uma estimativa em relação à Coleta de Resíduos Sólidos no Rio Grande do Sul.

Quanto à destinação dos resíduos sólidos exclusivamente urbanos, a tabela 10 apresenta a destinação dos RSU por disposição. Dos 70 municípios do Rio Grande do Sul que responderam o questionário ao SNIS (2009) 54,29% tem a disposição dos RSU em aterro sanitário, 31,43% em aterro controlado e 14% em lixão no Rio grande do Sul. Para o Brasil dos 1006 municípios que responderam o questionário enviado pelo SNIS (2009) 35% tem a disposição dos RSU em aterro sanitário, 27,73% em aterro controlado e 36,88% em lixão.

Tabela 10- Disposição dos resíduos sólidos urbanos – 2009

Disposição	RG do Sul %	Brasil %
Aterro Sanitário	54,29	35,39
Aterro Controlado	31,43	27,73
Lixão	14,29	36,88

Fonte: SNIS, 2009.

Em se tratando de legislação, a lei 12.305/2010 também prevê a redução de resíduos sólidos urbanos secos dispostos em aterros sanitários e a inclusão de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, de acordo com Decreto 7404/2010 no “**Art. 11.** O sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos priorizará a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda.”.

Tabela 11- Informação de Catadores no Rio Grande do Sul -2009

Quantidade Municípios	Quantidade de entidades associativas	Quantidade de associados pessoas	Existência de trabalho social exercido pela prefeitura
240	100	2.449	53

Fonte: A Autora, 2012 (baseada no SNIS, 2009)

Neste quesito, a tabela 11, acima, mostra que dos 240 municípios que responderam o questionário, 100 deles informaram a existência de entidades associativas, com um total de 2.449 associados. Além disso, 53 municípios apontaram que existe algum trabalho social exercido pela prefeitura no que tange à gestão destes resíduos.

A coleta regular de resíduos, na maior parte dos municípios é realizada parcial ou integralmente pela própria administração municipal ou por empresas terceirizadas. Os dados apresentados na tabela 12 foram obtidos a partir da amostra de 255 municípios que responderam a pergunta sobre custo de coleta da edição de 2009 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, pesquisa organizada pelo Ministério das cidades (2009).

Tabela 12 – Estimativas dos Custos da Coleta Regular no Rio Grande do Sul (R\$/ano)

Numero de Municípios	255
Despesas com coleta (R\$/ano)	311.350.852,06
Quantidade coletada (t/ano)	1.658.814,60
Custo médio da coleta regular (R\$/t)	187,89

Fonte: A Autora, 2012.

Os dados indicam que, nos municípios respondentes da pesquisa, foram gastos R\$ 311,3 milhões com a coleta no ano, com mais de 1,6 milhão de toneladas de lixo coletado na coleta regular. O custo médio da coleta chegou a R\$ 187,89 por tonelada, valor que ultrapassa em muito o custo médio da coleta regular no Brasil que foi de R\$ 80,00/t ano.

4.2 BENEFÍCIO LÍQUIDO SOCIAL DA RECICLAGEM

4.2.1 Metodologia

O método de pesquisa tem como função primordial dispor de modo conveniente os meios e técnicas de pesquisa, a fim de se chegar aos objetivos propostos num determinado trabalho. Galliano (198, p. 6) define método da seguinte maneira:

Método é um conjunto de etapas, ordenadamente dispostas, a serem vencidas na investigação da verdade, no estudo de uma ciência ou para alcançar determinado fim.

As fontes de dados utilizadas neste trabalho consistem nas quatro fontes de informações referentes ao gerenciamento, geração e coleta dos resíduos sólidos no Brasil sendo elas: a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o ano de 2008, o Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, elaborado pelo Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) mantido pelo Ministério das Cidades e o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil publicado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). É importante destacar que cada pesquisa resguarda em seu modo de elaboração algumas diferenças metodológicas, as quais serão respeitadas.

O SNIS é publicado anualmente pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades com início da publicação no ano de 2004. Os dados de 2008 e anteriores tinham como base de dados apenas uma amostra de municípios, o que tornava as informações bastante frágeis.

A partir de 2009, o SNIS convidou todos os municípios brasileiros a participarem do Diagnóstico. A publicação dos dados de 2009 pelo SNIS devido a razões que vão do desinteresse, às dificuldades internas que têm alguns municípios para obter seus dados dos 5.565 municípios brasileiros foram obtidas respostas válidas de 1.964, resultando numa taxa de resposta de 35,2% e, por outro lado, houve um crescimento de 1.592 municípios (427,9%) na base de dados, quando comparada ao ano de 2008 cuja amostra convidada contava com apenas 527 dos municípios. (SNIS, 2009)

Para o Rio Grande do Sul obteve-se resposta de 260 municípios do total de 461, resultando numa taxa de resposta de 56,40%. Os municípios que responderam ao questionário do SNIS encontram-se no ANEXO A.

Para realização deste trabalho foi necessário primeiramente, estimar quais os benefícios gerados pela reciclagem dos principais materiais recicláveis. Nesse sentido a metodologia proposta para a verificação dos benefícios sociais, econômicos e ambientais dos resíduos sólidos urbanos, seguiu a literatura já existente para o Brasil, como os estudos realizados por Calderoni (1999) e Sayago, Oliveira e Serroa da Motta (1998 e 2010). Seroa da Motta (2010) que trouxe avanços nos estudos dos RSUs utilizando dados mais desagregados tanto para benefícios econômicos como para os benefícios ambientais associados à reciclagem. Especialmente para os benefícios ambientais, onde foi possível apresentar os custos evitados dos danos ambientais, não só da disposição de resíduos, mas também aqueles associados à produção e a partir de matérias primas-virgens.

Dadas às complexidades do problema proposto, as limitações de fontes de informações consistentes e algumas diferenças nos métodos de cálculo entre os materiais, alguns dos valores apresentados devem ser entendidos como estimativas e utilizados com cautela. No entanto, acredita-se que essas são as melhores e mais completas estimativas realizadas até o momento.

O cálculo dos benefícios econômicos incluiu primordialmente o custo evitado pela reciclagem em termos de consumo de recursos naturais e de energia, no caso dos benefícios ambientais foram associados aos impactos sobre o meio ambiente o consumo de energia, as emissões de gases de efeito estufa (GEEs), ao consumo de água e à perda de biodiversidade.

Por conta da heterogeneidade dos resíduos encontrados nas cidades, foi necessário escolher um grupo específico de materiais: aço, alumínio, papel (celulose), plástico e vidro. Optou-se por esses materiais devido a sua grande presença nos resíduos sólidos urbanos e por esse agrupamento ser a forma com que os dados estatísticos são normalmente apresentados na literatura.

Nos Benefícios associados à redução da emissão de GEEs foi utilizada a mesma metodologia do IPEA (2010), onde os GEEs foram valorados pelo preço de mercado, da permissão de emissão para uma tonelada de carbono no esquema europeu de comércio de emissões, o European Union Emission Trading System (EU ETS), este sistema comercializa os “créditos de carbono” obtidos segundo as normas do Protocolo de Quioto. Este mercado reflete com maior fidelidade a possibilidade de obtenção de recursos no Brasil pela redução das emissões

A metodologia utilizada para cálculo dos Benefícios Líquido Social do Reaproveitamento (BSLR) segue os pressupostos de Motta (2006). As estimativas de BSLR são calculadas por peso (tonelada) na hipótese de que esta seria a unidade física mais relevante para custos de coleta e disposição e reaproveitamento.

Para cálculo do CA (custos ambientais) os dados referentes ao valor médio contratual de aterramento, apresentados neste trabalho são os informados pelo SNIS, 2007 e posterior a esta data não houve atualização, tornando-se esta a data mais recente para este levantamento. Salienta-se ainda que os valores apresentados no SNIS foram obtidos para uma amostra de 30 municípios ficando o valor em R\$ 22,64 por tonelada, utilizada nas Tabelas 23 e 24.

Para os dados referentes aos benefícios ambientais associados à redução do consumo de água ou aos efluentes, apresentados neste trabalho, foram utilizados os mesmos números empregados pelo IPEA (2010), que ressaltou a insuficiência dos dados para cálculo, e devido a esta limitação, foi necessário então utilizar uma estimativa para estes benefícios, os valores ambientais associados ao consumo da água para produção a partir de matéria-prima foram bastante baixos. Ao se tentar estimar os respectivos custos associados à reciclagem, estes se mostraram insignificantes e, por isso, não foram incluídos no cálculo deste trabalho.

Dadas as dificuldades em obter-se a quantidade de resíduos que poderiam ser reciclados, e que é encaminhada de forma indevida aos aterros e lixões, dos RSU recolhidos na coleta regular no estado do Rio Grande do Sul, foi necessário estimar a quantidade deste material potencialmente reciclável.

Do ponto de vista da reciclagem mesmo a disposição dos resíduos que foram manuseados pela coleta regular e vazados em aterros sanitários seria considerado inadequada,

uma vez que, os materiais recicláveis não teriam passado por uma triagem, além de serem enterrados junto com os resíduos orgânicos, impossibilitando sua reciclagem. Foi estimado então, quanto de cada um dos materiais analisados e coletados nos sistema de coleta regular é destinado indevidamente para aterros e lixões por ano.

Para efetuarmos o cálculo dos benefícios potenciais gerados pela reciclagem no Rio Grande do Sul utilizou-se a informação da gravimetria informada pelo IPEA (2010), dos resíduos que tiveram a destinação a aterros e lixões no Brasil, presente na Tabela 25. Em relação à quantidade total de resíduos da coleta regular para o Rio Grande do Sul foi utilizado os dados informados pelo SNIS (2009) de 1.658.814,60 t/ano. O resultado deste cálculo é apresentado na Tabela 12.

De posse destas informações foi possível estimarmos a quantidade de material reciclável anual que seria encontrado em aterros e lixões no Rio Grande do Sul sem a devida separação. São estudados neste trabalho os cinco materiais, papel, vidro, plástico, alumínio e metal/aço, apresentada na Tabela 26.

Para a maior parte das estimativas foram utilizados dados empíricos da realidade do Rio Grande do Sul apresentados pelo SNIS (2009), mantido pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2009 a), por serem os dados mais atuais disponíveis, e também por apresentarem as informações desagregadas para realização de análise de dados para o Brasil e para os demais estados, neste caso, os interesses estavam nos dados desagregados do Rio Grande do Sul. As informações que não estavam disponíveis no SNIS (2009) utilizaram-se as informações dadas pelo IPEA (2010).

Para cálculo das externalidades geradas pelo benefício líquido social do reaproveitamento (BLSR) foram utilizados os gastos normais com a coleta de lixo, mais os danos ambientais que serão reduzidos, as reduções de custos econômicos com relação à matéria-prima, utilizada pelo reaproveitamento juntamente e os gastos associados com o reaproveitamento. A partir destas informações será possível analisar o benefício se houver, do reaproveitamento de resíduos que pode servir de base para cálculo de um nível ótimo de tributo ou subsídio que deveria ser aplicado para esta atividade. Segue a equação que representa o BLSR utilizada por Motta (2006).

$$\text{BLSR} = \text{GCD} + \text{CA} + \text{GMI} - \text{GAR}$$

Onde:

GCD = gastos atuais e efetivos de coleta, transporte e disposição final de lixo urbano;

CA = danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo urbano;

GMI = reduções de custos associados em matéria-prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamento;

GAR = gastos associados ao reaproveitamento.

Para cálculo de cada uma destas variáveis foi utilizado sempre que possível os dados para o Rio Grande do Sul (SNIS 2009), as informações que não estavam disponíveis, foram contempladas as informações dadas pelo IPEA (2010)

4.2.1.1 Alguns pressupostos para cálculo

Nesta seção serão demonstrados os componentes utilizados para estimar o BLSR. Observa-se que no cálculo utilizado por IPEA (2010) foram realizadas estimativas para o Brasil, e neste trabalho será analisado o BLSR para o Estado do Rio Grande do Sul.

O cálculo dos gastos efetivos com a coleta e disposição (GCD) variam de acordo com os aspectos de cada município. Para o Rio Grande do Sul a informação utilizada foi do gasto médio da coleta seletiva de R\$260,00 valor estimado para o Brasil (IPEA, 2010), por estar realizando cálculos de estimativas optou-se por utilizar uma postura conservadora utilizando o valor de R\$260,00 para coleta seletiva o mesmo estimado para o Brasil e não o custo da coleta seletiva de Porto Alegre R\$145,80⁵ (Cempre, 2010) assume-se que o custo da coleta seletiva seria superior à coleta regular.

Para o cálculo dos danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo (CA) será utilizado o valor estimado do GEEs (Gases efeito estufa), a estimava dos custos ambientais associados à perda da biodiversidade de cada material caso houver, ambos serão apresentado no transcórre deste trabalho, acrescidos R\$22,64/t⁶ valor médio de aterramento, o valor total pode ser observado na metodologia neste trabalho. (IPEA, 2010).

O cálculo dos custos de matérias primas evita pelo reaproveitamento (GMI) pode ser analisado sob duas hipóteses de acordo conforme Motta (2006).

Na primeira hipótese o próprio preço da sucata reflete os ganhos líquidos de reduções de custos de produção derivado do reaproveitamento, ou seja, o próprio preço da sucata fornece o GMI deduzido dos gastos associados ao reaproveitamento GAR. Esta hipótese

⁵ Coleta seletiva de Porto Alegre US\$ 81,00 US\$ 1,00 = R\$ 1,80 (CEMPRE, 2010)

⁶ valor médio contratual de aterramento sendo esse valor assumido como benefício gerado pela reciclagem com relação à disposição final de resíduos sólidos, segundo dados do Ministério das Cidades (BRASIL, 2009 a.).

baseia-se que o mercado de sucatas estaria funcionando em perfeita competição com o valor marginal de GMI igual ao valor do GAR.

A segunda hipótese mede o verdadeiro custo de oportunidade, pois é calculado com base nos custos evitados com energia, matéria-prima e água deduzidos dos custos privados de reprocessamento, proporcionados pelo reaproveitamento (GMI) apresentados na Tabela 24.

Para a obtenção dos gastos relacionados ao reaproveitamento (GAR), foi utilizado os gastos relacionados com a coleta seletiva no valor de R\$ 260,00.

Para a utilização da hipótese 1, sob preços de mercado, será utilizada a Tabela 13 como base, os preços de mercado no Rio Grande do Sul, do município de Porto Alegre. Foi utilizado o preço de mercado para Porto Alegre por ter o maior número de cooperativas de reciclados do estado e por isso acredita-se a maior concentração por volume negociado de reciclados. (CEMPRE, 2009).

Tabela 13- Preço da sucata por material em Porto Alegre - 2009 (R\$/t)

	Papel Branco	Latas de Aço	Alumínio	Vidro Incolor	Vidro Colorido	Plástico Rígido	PET	Plástico Filme
Porto Alegre	450	160PL	1400PL	40L	40	300	700PL	400

Fonte: CEMPRE, 2009. Nota: P = prensado - L = limpo - I = inteiro - C = cacos - UN = unidade

Na tabela 14 os preços estão descritos para cada material, porém será utilizada uma média quando ocorrer mais de um tipo de cada material, como por exemplo, o preço do plástico que possui três valores distintos, desta forma para facilitar a aplicação no cálculo.

Tabela 14- Preço médio da sucata por material em Porto Alegre - 2009 (R\$/t)

Material	Preço médio da sucata (GMI-GAR)
Alumínio	1.400,00
Vidro	40,00
Papel	450,00
Plástico	470,00
Metal/aço	160,00

Fonte: A Autora, 2012

Para a hipótese 2 relacionada com o custo de oportunidade, o cálculo das reduções de custos associados a matéria-prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamos (GMI) será adotado como base o relatório de pesquisa IPEA (2010) que apresenta a quantidade de alumínio, vidro, celulose, plástico e aço, para o Brasil, bem como a estimativa dos benefícios ambientais associados a redução do consumo de energia e água, para o material plásticos por termos mais uma cotação por toneladas utilizaremos a média entre o custo mínimo e máximo baseados nas informações do IPEA (2010).

A tabela 15 apresenta os benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos, sendo que os custos da produção primária referem-se aos custos relativos aos insumos para a produção de bens a partir de matéria-prima virgem. Os custos da reciclagem dizem respeito aos custos relativos aos insumos para a produção de bens a partir de material secundário (sucata); os benefícios líquidos da reciclagem foram calculados como a diferença entre os custos da produção primária e os custos da reciclagem. (IPEA, 2010)

Tabela 15- Estimativa dos benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos

Materiais	Custo dos insumos para produção primária (R\$/t)	Custos dos insumos para produção a partir da reciclagem (R\$/t)	Benefícios líquidos da reciclagem (R\$/t)
Alumínio	6.162	3.447	2.715
Metal/aço	552	425	127
Celulose	687	357	330
Plástico	1.790	626	1.164
Vidro	263	143	120

Fonte: IPEA, 2010

Na tabela 16, resume os resultados da economia ambiental da reciclagem derivada da economia de energia, para a produção de uma tonelada de cada material. Foi estimado o custo ambiental associado à geração de energia para cada modalidade de produção. (IPEA, 2010)

O material que mais contribui em termos de benefício para a redução de energia é o alumínio com R\$ 168,08/t, mas todos os demais materiais contribuem de maneira significativa, conforme aponta a Tabela.

Tabela 16 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de energia

Material	Custos ambientais associados à geração de energia para produção primária (R\$/T)	Custos ambientais associados à geração de energia para reciclagem (R\$/t)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Alumínio	176,00	7,92	168,08
Papel	11,98	2,26	9,72
Plástico	6,56	1,40	5,16
Metal/Aço	34,18	7,81	26,37
Vidro	23,99	20,81	3,18

Fonte: IPEA, 2010.

O valor médio das estimativas do preço da tonelada evitada de CO₂ segundo o seu potencial de aquecimento global, foi de € 15,4 equivalente a R\$ 33,42.⁷, conforme apresenta a tabela 17.

Tabela 17- Estimativa dos preços de créditos de carbono 2010

Analista	Preço (€/t CO ₂ e)
BarCap	14,3
Coer2 <i>commodities</i>	18,0
Daiwa	13,3
Deutsche Bank	15,0
Nomisma Energia	14,2
Point Carbon	18,0
Sagacarbon	15,5
SocGen/Orbeo	16,1
UniCredit	14,6
Média	15,4

Fonte: IPEA, 2010

A partir das estimativas dos preços de crédito de carbono para 2010 é possível calcular os benefícios ambientais com um maior avanço em relação aos estudos até então apresentado, conforme IPEA (2010), uma vez que é possível utilizar dados mais desagregados nos benefícios ambientais.

A tabela 18 resume as emissões a partir de matérias primas virgens e de material reciclável por tonelada e apresenta os benefício da reciclagem gerada por cada tipo de material.

⁷ Foi utilizada a cotação €/real média de janeiro/fevereiro 2010, deflacionado para 2007 pelo índice Nacional de preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

Podemos verificar que alumínio esta em primeiro lugar e o plástico em segundo em relação a benefícios da reciclagem em emissão de GEEs na atmosfera

Tabela 18 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da emissão de GEE

Materiais	Custos ambientais associados à emissão de GEEs para produção primária (t CO ₂ e/t)	Custos ambientais associados à emissão de GEEs para reciclagem (t CO ₂ e/t)	Benefício líquido da reciclagem (t CO ₂ e/t)	Benefício da reciclagem (R\$/t)
Aço	1,46	0,02	1,44	48,12
Alumínio	5,10	0,02	5,08	169,77
Vidro	0,60	0,35	0,25	8,36
Celulose	0,28	0,01	0,27	9,02
Plástico	1,94	0,41	0,25	51,13

Fonte: IPEA, 2010.

Para cálculo dos benefícios ambientais associados à redução ao consumo de água foi utilizado os valores apresentados IPEA (2010), conforme dados da tabela 19.

Tabela 19 - Estimativa dos benefícios associados à redução do consumo de água

Materiais	Quantidade de água captada para a produção primária (m ³ /t)	Benefício ambiental associado à redução do consumo e água (R\$/t)
Alumínio	31,2	0,25
Metal/Aço	13,4	0,11
Celulose	40,5	0,32
Plástico	1,95	0,02
Vidro	1,00	0,01

Fonte: IPEA, 2010.

Os valores ambientais associados ao consumo de água apresentados na Tabela 20 pelo seu valor insignificante não foram utilizada nos cálculos deste trabalho, conforme mencionado na metodologia.

Apresentamos na tabela 20 os valores estimados dos benefícios ambientais gerados a partir da reciclagem de uma tonelada de aço e papel. Para esse cálculo, não há custos

ambientais associados à reciclagem dos demais materiais, uma vez que nenhuma área de extração de madeira é necessária. (IPEA, 2010)

Tabela 20 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da necessidade de solo para monocultura de árvores - eucaliptos

	Área de monocultura de árvores necessárias para a produção primária (há. Ano/t)	Custos ambientais associados à perda de biodiversidade (R\$/há. ano)	Custos ambientais associados à perda de produtos não madeireiros (R\$/ha. Ano)	Custos ambientais associados à instalação da monocultura de eucalipto (R\$/há. Ano)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Metal/Aço	0,001	35,76	353,45	389,21	0,47
Papel	0,014	35,76	353,45	389,21	5,38

Fonte: IPEA, 2010.

A partir das diferentes estimativas realizadas para os vários impactos das atividades produtivas e da reciclagem, é apresentado o benefício ambiental total gerado pela reciclagem, conforme apresentada na tabela 21.

Tabela 21 - Estimativa dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem

Materiais	Geração de energia (R\$/t)	Emissões de GEEs (R\$/t)	Consumo de água	Biodiversidade (R\$/t)	Total (R\$/t)
Metal/Aço	26	48	< 1	< 1	74
Alumínio	169	170	< 1	-	339
Celulose	10	9	< 1	5	24
Plástico	5	51	< 1	-	56
Vidro	3	8	< 1	-	11

Fonte: IPEA, 2010.

O plástico é o material que apresente o segundo maior benefício líquido da reciclagem em R\$ 1.164,00/t e em primeiro lugar o alumínio com R\$ 2.715,00/t.

A tabela 22 apresenta a soma da economia gerada de energia elétrica, matéria-prima e água que se tem como resultado o GMI. Ao tentar estimar os respectivos custos associados à reciclagem, os valores ambientais associados ao consumo da água para produção a partir da

matéria-prima são bastante baixos e por sua insignificância não aparecem para cálculo neste trabalho.

Observa-se que embora se refira a custos econômicos esta sendo falado do benefício obtido pelo não dispêndio destes valores.

Tabela 22 - Custos econômicos com relação à matéria-prima e os custos com o reaproveitamento (GMI R\$/t)

Material	Benefícios líquidos da reciclagem (R\$/t)	Energia	Total
Alumínio	2.715,00	168,86	2.883,86
Papel	330,00	9,72	339,72
Plástico	1.164,00	5,16	1.169,16
Metal/Aço	127,00	26,37	153,37
Vidro	120,00	3,18	123,18

Fonte: A Autora, 2012 (baseada no IPEA, 2010)

4.3 DEMONSTRAÇÃO DO BENEFÍCIO LÍQUIDO SOCIAL E POTENCIAL DO REAPROVEITAMENTO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a obtenção dos componentes necessários para a formulação, será apresentado o BLSR em duas tabelas, ressaltando que a tabela 23 parte do pressuposto que o preço de mercado está em perfeita competição, portanto a redução dos custos associados à coleta seletiva (GAR) e a tabela 24 adota a redução dos custos associados em matéria-prima proporcionado pelo reaproveitamento (GMI), incluindo os custos da coleta seletiva (GAR) que irá representar o custo de oportunidade. As duas Tabelas 23 e 24 serão apresentadas abaixo salientando que os resultados obtidos são para o estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 23 – Demonstração do benefício líquido social do reaproveitamento pelo preço de mercado no Rio Grande do Sul - 2010 (R\$/t)

Hipótese 1 - Preço de mercado	Alumínio	Papel	Plástico	Aço	Vidro
Gastos coleta normal (GCD)	187,89	187,89	187,89	187,89	187,89
Danos ambientais (CA)	192,41	37,04	73,77	71,23	31,00
Preço médio da sucata (GMI-GAR)	1.400,00	450,00	470,00	160,00	40,00
Total	1.780,30	674,93	731,66	419,12	258,89
Total Ponderado	16,00	269,30	142,67	28,50	30,81
BLSR=	487,30				

Fonte: A Autora, 2012

Tabela 24 – Demonstração do benefício líquido social do reaproveitamento pelo custo de Oportunidade no Rio Grande do Sul - 2010 (R\$/t)

Hipótese 2 - Custo de Oportunidade	Alumínio	Papel	Plástico	Aço	Vidro
Gastos coleta normal (GCD)	187,89	187,89	187,89	187,89	187,89
Danos ambientais (CA)	192,41	37,04	73,77	71,23	31,00
Ganhos pelo reaproveitamento (GMI)	3.111,57	575,38	1.736,81	389,32	186,39
Gastos com a coleta seletiva (GAR)	260,00	260,00	260,00	260,00	260,00
Total	3.231,87	540,31	1.738,47	388,44	145,28
Total Ponderado	29,09	215,58	339,00	26,41	17,29
BLSR=	627,37				

Fonte: A Autora, 2012

De acordo com as Tabelas 23 e 24 percebe-se que as estimativas para o GCD e o GAR é fixo para todos os materiais, isto ocorre porque o GCD e o GAR são baseados nos custo da coleta regular para o Rio Grande do Sul (SNIS,2009)

O preço econômico é dado pelo valor médio dos valores dos materiais como uma média ponderada pela participação do material na tonelada de resíduo na coleta seletiva.

A variação dos valores de cada material da tabela 23, para hipótese 1, por definição, reflete exatamente as repostas do mercado em termos de preço, o preço da sucata reflete os ganhos líquidos de redução de custos de reaproveitamento.

Admite-se que o mercado de sucata esta em concorrência perfeita. Neste caso o BLSR médio estimado é de R\$ 487,30 e reflete o benefício que o mercado de sucata trás para o Rio Grande do Sul na forma como ele esta montado.

As diferenças entre os valores na hipótese 2, por outro lado, são resultantes das estimativas de GMI. Nessa hipótese observam-se para o vidro e o alumínio, por exemplo, valores de BLSR bastante distintas dos respectivos valores de mercado, e que o alumínio R\$ 3.231,87, o valor é quase duas vezes maior que o plástico R\$ 1.738,44 esta divergência não é uma indicação de que o vidro teria maior valor social danoso e que o alumínio seria uma opção mais ambientalmente saudável.

Estes valores estão, apenas, mostrando que os altos custos unitários de produção do alumínio, se poupados, gerariam maior ganho social por unidade (de peso, neste caso) de produção. Mais ainda, que o subsidio iria ser maior para este material porque tal benefício social não se realiza plenamente pelas forças de mercado, e os ganhos sociais com a reciclagem do alumínio são superiores a utilização de matéria-prima, o que também pode ser observado a Tabela 22.

No caso do aço deve-se fazer uma ressalva que o material em grande parte é recolhido por ferro-velho, o que resulta numa baixa gravimetria deste material 16, 8% na coleta seletiva e que o alumínio apesar de destacar-se como maior contribuinte é o que tem menor participação gravimétrica 0,9%, exatamente pelo seu alto valor comercial. É grande a possibilidade de ser coletado pelos catadores autônomos assim como o plástico 19,5% através do recolhimento das garrafas PET, antes da coleta seletiva.

De qualquer forma, poder-se-ia questionar a validade das mensurações das parcelas estimadas de BLSR. Entretanto, ao optar-se por um preço médio ponderado, os possíveis vieses estimados afetam todos os materiais igualmente.

Os resultados da Tabela 23, hipótese 1, o valor médio foi de R\$ 487,30/t. e na hipótese 2, de R\$ 627,37/t. Esta divergência pode ter corrido a uma superestimava de GMI e/ou, conforme esperado, as imperfeições de mercado capturadas nos preços privados das sucata. Estes valores definiriam, contudo, um intervalo de referencia para o subsidio ou tributo que refletisse o preço da externalidade, vindo a incentivar à reciclagem ou reuso dos materiais.

Podemos então estimar o preço da externalidade por material, somando o BLSR com o preço da sucata, como exemplo o cálculo do valor da externalidade para o papel de R\$ 1.077,37 e o do aço de R\$ 787,37.

O resultado do BLSR foi ponderado de acordo com a participação de cada material na composição de uma tonelada de lixo coletado. Na hipótese 2 o alumínio é de R\$ 29,09, o papel R\$ 215,58, o plástico R\$ 339,00, o aço R\$ 26,41 e por fim o vidro com R\$ 17,29 conforme mostra a Tabela 24.

O objetivo da ponderação é expressar o resultado por tonelada que é coletada e levada a reciclagem, porém caso se deseje utilizar o beneficio gerado para uma tonelada de papel, por exemplo, basta utilizar o total de R\$ 674,93 ao invés do total ponderado de R\$ 269,30.

Um aumento dos resíduos destinados à reciclagem iria gerar maiores benefícios para os municípios possibilitando geração de renda, a preservação do meio ambiente, redução das quantidades extraídas de matéria-prima, expansão do mercado de reciclados e ganhos econômicos.

O cálculo do BLSR para o Rio Grande do Sul mostrou-se bastante satisfatório tanto para a análise sob o preço de mercado, quanto para o custo de oportunidade, onde se comprovou que a reciclagem de resíduos no Rio Grande do Sul gera vários benefícios. Os resultados obtidos indicam que a reciclagem de resíduos é uma alternativa viável economicamente, principalmente com relação ao meio ambiente, pela redução do uso de matéria-prima e custos de produção, a redução de agua e energia proveniente do uso de

material reciclável na produção dos bens de consumo, assim como também propicia a geração de renda para a economia e emprego para uma camada da população com baixa escolaridade, seja da maneira formal através de cooperativas e parceria com as prefeituras ou informalmente como catadores autônomos.

Frente a estas informações, poderá ser elaborado um estudo para o Rio Grande do Sul a respeito de quais instrumentos econômicos seriam eficazes para o aumento e estímulo a reciclagem.

Após a estimação dos diversos benefícios que os materiais recicláveis podem proporcionar a população, a economia e ao meio ambiente, apresentamos nas tabelas a seguir as estimativas de potencial do material reciclável destinados a aterros e lixões no Rio Grande do Sul. Este material com possibilidade de reciclagem, que é disposto em aterros e lixões, representa um “prejuízo” potencial, pois poderia ser utilizado da mesma forma que aqueles que são recolhidos através da coleta seletiva. Ou seja, com a destinação inadequada, perde-se a possibilidade de realizar os ganhos sociais, econômicos e ambientais associados à reciclagem.

Na Tabela 25 apresentamos a estimativa do potencial de materiais recicláveis no Rio Grande do Sul que atualmente é disposto em aterros e lixões, conforme dados informados pelo SNIS (2010).

Tabela 25 – Demonstração da Estimativa do potencial do material reciclável destinados a aterros e lixões no Rio Grande do Sul - 2010

Material	* Gravimetria %	Total Coleta Estimada (mil t./ano)
Alumínio	0,3	4.741,27
Metal/aço	2,1	33.188,91
Papel/papelão	14,1	222.839,83
Plástico	10,7	169.105,40
Vidro	2,3	36.349,76

Fonte: A Autora, 2012 (baseada no SNIS, 2010 e IPEA, 2010)

O maior percentual de material encontrado nos aterros e lixões é o papelão com 14,1% seguido do plástico com 10,7% e o menor percentual fica com o alumínio de 0.3%.

A tabela 26 apresenta a estimativa dos benefícios potenciais gerados pela reciclagem no Rio Grande do Sul, caso os materiais recicláveis que são depositados em aterros e lixão fossem encaminhados para reciclagem. (SNIS, 2010).

Tabela 26 – Demonstração Estimativa dos benefícios potenciais gerados pela reciclagem no Rio Grande do Sul - 2010

Material	Total Coleta Seletiva Estimada (t./ano)	Benefícios do material presente do RSUs (R\$/t.)	Benefício potencial total (R\$)
Alumínio	4.741,27	3.231,87	15.323.178,04
Aço	33.188,91	388,44	12.891.900,64
Papel/papelão	222.839,83	540,31	120.402.589,60
Plástico	169.105,40	1.738,70	294.023.566,60
Vidro	36.349,76	145,28	5.280.893,11
Total			447.922.127,98

Fonte: A Autora, 2012 (baseada no SNIS, 2010)

O valor aproximado de R\$448 milhões de reais representa a estimativa dos benefícios potenciais da reciclagem para a sociedade gaúcha, caso todo este material passível de reciclagem fosse efetivamente encaminhado para a coleta seletiva e conseqüente reaproveitamento. Mesmo admitidas as limitações desse cálculo, uma breve análise do potencial por tipo de material indica que os principais ganhos potenciais estão nos plásticos, e nos derivados da celulose (papel e papelão). Para o primeiro, os valores aproximados dos benefícios seriam de R\$294,02 milhões por ano e para o segundo, de R\$120,40 milhões por ano. Ambos se destacam exatamente pela sua abundância nos resíduos sólidos urbanos..

O vidro é o material que oferece ganhos estimados mais reduzidos entre todos os demais materiais contribuindo potencialmente com um benefício anual de R\$5,28 milhões. O alumínio, pelo contrario, oferece ganho estimado por tonelada mais elevado R\$3.231,87, mas por isso mesmo, é pouco encontrado nos RSUs.

Em resumo, todos esses valores estimados para cada material são atualmente jogados fora, pois são vazados em aterros e lixões e não passam pela reciclagem. Deles não se obtém a separação necessária e estes deixam de trazer benefícios a sociedade a economia e ao meio ambiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo apresentar que a reciclagem de resíduos sólidos urbanos (RSU) gera benefícios sociais, ambientais e econômicos, apesar do seu custo inicial ser mais alto que o custo da coleta regular. Também se buscou responder as questões que cercam esta pesquisa sobre os benefícios sociais, no que se refere ao papel da economia com relação ao meio ambiente e onde esta ciência participa dos debates de sustentabilidade e preservação ambiental.

O aumento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) vem tomando grandes proporções nestas últimas décadas. A destinação inadequada dos resíduos representa uma ameaça a todos, já que provoca uma grande quantidade de externalidades negativas, como doenças a população, poluição da água e solo, e emissão de gases efeito estufa que agravam o aquecimento global.

A gestão integrada de resíduos sólidos urbanos (GIRS) contrapõem-se a este cenário difícil, pela implementação de planejamentos concebidos de forma abrangente e sistêmica, atuando sobre redução, reuso, reciclagem e recuperação energética dos resíduos.

Como importante elemento da GIRS, a reciclagem permite conciliar, benefícios econômicos, ambientais e sociais, pois o aproveitamento dos reciclados permite economizar a exploração de reservas naturais, das matérias-primas virgens e a redução do consumo de energia nas suas industrializações.

Com relação aos resíduos que foi o assunto de destaque no presente trabalho observou-se que sua perspectiva histórica se desenrola através de três momentos distintos demonstrando acontecimentos importantes, marcando a evolução do tratamento dado aos resíduos, permitindo estimar a existência dos diversos benefícios, respondendo aos questionamentos que originaram esta pesquisa.

É sabido que a produção de todos os bens desejados não é infinita, pois há a restrição de recursos naturais e/ou produtivos. A escassez de recursos existe se fazendo necessário o desenvolvimento de estudos sobre esse assunto e, principalmente, de meios que podem auxiliar a resolução deste problema. É neste contexto que entra a importância de se conhecer as vantagens da reciclagem.

Acreditava-se que os resíduos sólidos encontrados na coleta seletiva: o vidro, o alumínio, o papel, o aço e o plástico seriam um problema social, mas com os resultados estimados encontrados nesse trabalho comprovou-se que através da reciclagem pode-se

chegar ao desenvolvimento econômico sustentável, ou seja, recursos como energia elétrica, água, matéria-prima virgem, entre outros, podem ser aproveitados com racionalidade e ter retorno positivos com a sua reinserção na cadeia produtiva, seja como matéria prima ou na redução dos gastos dos recursos naturais, atenuando o efeito estufa e a conservação da biodiversidade, além da geração de renda para mão-de-obra pouco qualificada.

Pode-se também sugerir que uma parte do valor resultante da coleta seletiva venha ser utilizada para auxiliar em programas de levantamento de fundos para uma parte da sociedade que até então não vinha tendo nenhuma assistência dos órgãos assistenciais do governo, os recicladores.

Dentro da escala de valores das categorias profissionais, de nenhuma outra atividade que seja, vemos os profissionais tão estigmatizados e desprestigiados socialmente como esta categoria, acredita-se que a partir do momento que estes trabalhadores passem a ser reconhecidos pela importância do seu trabalho em benefício ao meio ambiente e a sociedade venham ser valorizados.

No caso do Rio Grande do Sul, para que a reciclagem possa se expandir mais rapidamente acredita-se que será fundamental a superação de alguns argumentos como, por exemplo, que seu alto custo inviabiliza a sua utilização. De fato, no seu início, a reciclagem tinha custos mais altos do que as fórmulas tradicionais de destinação de resíduos, mas o avanço tecnológico traz como resultado a redução significativa desses custos, além disso, a formação de uma economia de escala nesse setor também viria contribuir para a redução de custos.

Os municípios por sua vez teriam como benefícios a economia de energia, de recursos hídricos, bem como estará promovendo a elevação da qualidade de vida de seus moradores e do meio ambiente, principalmente no que se refere ao ar e à água, e a população poderia, em tese, ter diminuída a taxa de limpeza cobrada através do IPTU em muitos municípios.

Os sucateiros aumentariam seu lucro a partir do crescimento do mercado de reciclagem. Os carrinheiros e catadores também teriam aumento no número de postos de trabalho, e, caso consigam organizar-se em cooperativas ou empresas aumentariam sua remuneração, superando a situação de informalidade.

Os governos municipais também obteriam ganhos econômicos, na medida em que cada tonelada de lixo desviada do ciclo vicioso de lixo depositado de maneira incorreta, será capaz de proporcionar uma sensível diminuição de custos, e aumento da vida útil dos aterros.

O poder público poderia ainda, auxiliar as organizações de catadores oferecendo apoio administrativo e contábil, além de serviços de assistentes sociais; implantação de programas

de recuperação de dependentes químicos, uma vez que entre os catadores há grande incidência de droga e álcool; fornecimento de uniformes e equipamento de proteção individual, para evitar o contato direto com o lixo e exposição a agentes nocivos à sua saúde; implantação de cursos de alfabetização para eles e seus filhos, e ainda, implantação de programas de educação ambiental.

Como foi apresentado neste trabalho, o lixo não pode ser tratado como algo inútil, mas sim, como uma fonte de energia, insumo produtivo e fonte de renda. No entanto, é fundamental que a sociedade se conscientize e mude seu comportamento para que seja possível obter posturas mais dignas quanto à resolução do problema de degradação do meio ambiente.

Para reduzir os custos e aumentar a quantidade e qualidade de resíduos levados para a reciclagem, podem ser utilizadas políticas e instrumentos econômicos para alcançarem-se tais resultados. Um bom exemplo é aumento nos postos de entrega voluntária que podem ser utilizados para a redução dos custos e aumento da quantidade e qualidade de resíduos destinados à reciclagem. A utilização do sistema depósito-retorno juntamente com um imposto sobre a utilização de matérias primas-virgens ou um subsídio ao material reciclado podendo ser bastante eficazes para aumentar e estimular a reciclagem.

Como o cálculo estimado para o BLSR para o Rio Grande do Sul mostrou-se bastante satisfatório tanto para a análise sob o preço de mercado, quanto para o custo de oportunidade acredita-se que estes números, ressaltando os devidos cuidados, possam ser utilizados como parâmetros para o subsídio e/ou imposto a ser utilizado.

Ainda no que diz respeito a melhorar o desempenho da reciclagem nos municípios, acredita-se que a população deverá colaborar através da seleção dos resíduos, dentro das próprias residências, na separação do lixo orgânico do sólido, o que facilitará o processo de triagem, e qualidade do material reciclável. Este nível de consciência ecológica da população, somente será alcançado com a educação para o consumo sustentável com a divulgação da forma correta da separação dos resíduos e a importância do reuso de materiais recicláveis entre outras, disseminando assim o conhecimento de forma ampla à sociedade.

Em relação à legislação federal específica dos resíduos, temos a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) criada pela Lei 12.305 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto no. 7.404/2010 criando como um dos seus principais instrumentos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos que se encontra em construção. Este apresenta em sua versão preliminar sugestões de metas para os resíduos, dentre os quais se destacam as seguintes: i) a redução, a reutilização, a reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de

resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada ii) o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos, iii) a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis sólidos, iv) a inclusão social dos catadores.

Após a implementação da Lei nos estados e municípios, acredita-se que seja possível aliar crescimento econômico, preservação ambiental e desenvolvimento sustentável, através da reciclagem conforme prevê a Lei. No entanto, se faz necessário o acompanhamento desta mesma lei e de sua efetividade. Este monitoramento poderia ser anual através das fontes oficiais de gerenciamento de resíduos sólidos, tendo como sugestão de um indicador a análise gravimétrica dos materiais recicláveis presente na coleta seletiva.

Esta seria a contribuição deste estudo em relação aos benefícios econômicos sociais e ambientais dos resíduos sólidos. Acredita-se que diversos estudos e pesquisas possam ser elaborados para permitir um maior entendimento das questões associadas à gestão e a reciclagem dos RSU no Rio Grande do Sul.

Em primeiro plano deve-se focar no aprimoramento da pesquisa ora apresentada, no sentido de construir dados mais consistentes buscando mensurar de forma mais apropriadas ganhos obtidos com a reciclagem.

Para tanto seria necessário à geração de dados primários com maior abrangência e periodicidade, além da padronização dos dados apresentados pelas fontes oficiais de gerenciamento de resíduos sólidos do país, que se apresentou como limitação a este trabalho.

Como sugestão para continuidade e aprofundamento nas análises, serão necessários dados sobre a composição do lixo, tecnologia de coleta, reciclagem e disposição dos resíduos e um estudo detalhado das emissões de GEE para todo o estado.

REFERÊNCIAS

ADEDIPE, N. O. et al. Waste management, processing, and detoxification. In: CHOPRA, K. et al. (Ed.) **Millennium ecosystems assessment: ecosystems and human well-being: policy responses: findings of the responses working group**. Washington, DC: Island Press, 2005. v.3, p.313-34.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004. Resíduos Sólidos: classificação**, Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006. Solubilização de Resíduos: procedimentos**, Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007. Amostragem de Resíduos: procedimentos**, Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ALIER, J. M. **Da economia ecológica ao ecologismo popular**. Blumenau: Editora da FURB, 1998.

ALIER, J. M. ; JUSMET, J. R. **Economía ecológica y política ambiental**. México: Fondo de Cultura Económica, 2000.

ALIER, J. M. ; SCHLÜPMAN, K. **La ecología y la economía**. México: Fondo de Cultura Económica, 1991.

ABRALPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2008**. São Paulo, 2008.

BARTHOLOMEU, Daniela; CAIXETA FILHO, Jose Vicente (Orgs.) **Logística ambiental de resíduos sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011.

BESEN, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. São Paulo, 2011. 275 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo

BIDONE, F. R. A ; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1999.

BLACKELY, E. J. **Planning local economic development: theory and practice**. 2 ed. USA: Sage Publications., 1994.

BOULDING, K. E. **Ecodynamics: a new theory of societal evolution**. Beverly Hills: Sage Publications, 1978.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 23 set. 211.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em:

BRASIL. **Lei n. 12.305 de 2 de Agosto de 2010**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 12 set. 2011.

BRASIL. **Manual de educação para o consumo sustentável**. Brasília: Consumers international/ MMA/MEC/ IDEC, 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades (Mcidades). **SNIS Serie Histórica 7**. Brasília: Secretaria Nacional de Informações sobre Saneamento/MCidades, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Brasileira. 2007**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=1413>>. Acesso em: 20 ago. 2011.

BRASIL. Ministerio do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 5, de 05 de agosto de 1993**. Dispõe sobre a definição de normas mínimas para tratamento de resíduos oriundos da saúde, portos e terminais ferroviários. Disponível em: <http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsulegis_03.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **PLANSAB - Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Versão preliminar para consulta pública. 2011. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/pnrnac/documentos/audiencia/versao_Preliminar_PNRS_WM.pdf> Acesso em: 10 out. 2011.

CALDERONI, Sebatai. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas/ FFLCH/USP, 2003.

CAMARGO, A. A governança para o século XXI. In: TRIGUEIRO, A. (Org). **Meio ambiente no século XXI: 21 especialistas falando da questão ambiental em suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2005. p. 307-321.

CAPELO NETO, J. C.; MOTA, S. ; SILVA, F. J. A. Geração de percolado em aterro sanitário no semi-árido nordestino: uma abordagem quantitativa. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 4, n. 3 e 4, p.160-167, 2000.

CAVALCANTI, C. Breve introdução à economia da sustentabilidade. In: CAVALCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**.

INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal, Recife, Brasil. Outubro 1994. p. 17. Disponível em: <http://www.ufbaecologica.ufba.br/arquivos/livro_desenvolvimento_natureza.pdf>. Acesso em: 10 set. 2011.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Pesquisa Ciclosoft**. 2010. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2010.php>. Acesso em: 11 jan. 2012.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Pesquisa edição anteriores (2009). Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

CMMAD - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 1998. 46p.

CRESPO, S. Educar para a sustentabilidade: a educação ambiental no Programa da Agenda 21. In: NOAL, F. O.; REIGOTA, M. ; BARCELOS, V. H. **Tendências na educação ambiental Brasileira**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2003. p. 221-225.

COASE, Ronald H. The problem of social cost. **Journal of Law and Economics**. EUA, v.3, p. 1-44, Oct. 1960.

D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero; VILHENA, André (Orgs.). **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero; VILHENA André (Orgs.). **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. rev.e amp. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2002

DALY, H. ; COBB, J. **For the common good**. Boston: Beacon Press, 1989.

DALY, Herman E. **A economia ecológica e o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1991. Textos para Debates, n. 34.

DIAS, S. M. **Trajatórias e memórias dos Fóruns Lixo e Cidadania no Brasil**: experimentos singulares de justiça social e governança participativa. Belo Horizonte, 2009. 326 f. Tese (Doutorado em Ciência Política) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais.

DUARTE, Regina Horta. **História & natureza**. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

EATON, B. C. ; EATON, F. D, **Microeconomia**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

EIA – Energy Information Administration. (2007). Dezembro15. Statistical data. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/emeu/international/energyconsumption.html>>. Acesso em: 12 set. 2011.

FORESTI, Eugenio. Fundamentos do processo de digestão anaeróbia. In: VIÑAS, Maria et al. (Orgs.). **Tratamiento anaerobico**, Montevideo, Uruguay: Universidad de la Republica, 1994. p. 97-110.

GALLIANO, A. GUILHERME. **O método científico**: teoria e prática. São Paulo: Harbra Ltda, 1986.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Energy, matter, and economic valuation: where do we stand? In: DALY, H.; UMAÑA, A. (Eds.). **Energy, economics, and the environment**: conflicting views of an essential interrelationship. Boulder: Westview Press, 1981. p. 43-79.

GODOY, Amalia Maria G. **O clube de Roma**: evolução histórica. 2007. Disponível em: <<http://amaliagodoy.blogspot.com/2007/09/desenvolvimento-sustentvel-evoluo.html>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

GOLDENBERG, J. Energia. In: TRIGUEIRO, A. (Coord.) **Meio ambiente no séc. 21**: 21 especialistas falam da questão ambiental em suas áreas de conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 171-82.

HAUWERMEIREN, S. V. **Manual de economia ecológica**. Santiago: Rosa Moreno, 1998.

HINRICHS, R. A. ; KLEINBACH, M. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2003.

IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL 2011. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/experiencia-recente.pdf>>. Acesso em 12 set. 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Pesquisa nacional de saneamento básico -PNSB, 2008. Rio de Janeiro/RJ: SEPLAN, 2010.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. 2001. Disponível em: <<http://www.ibge.gov>>. Acesso em: 25 jun. 2011.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISAS APLICADAS. **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=8858&Itemid=7>. Acesso em: 02 set. 2011.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos na Região Metropolitana de São Paulo: avanços e desafios. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 2, 2006.

KLEIN, S.A. Anaerobic digestion of solid waste. **Compost Scie**, Emmaus, v.13, n.1, p. 6- 11, 1972.

KLUNDER, A. et al. **Concept of ISWM**. Gouda: Waste, 2001.

LIMA, José Dantas de. **Sistema integrado de destinação final de resíduos sólidos urbanos**, Rio de Janeiro: ABES, 2005.

LOPES, Wilton S.; LEITE, Valderi D.; PRASAD, Shiva. Kinetic study of anaerobic biostabilization of organic solid waste. In: **Proceedings of Enpromer**, v. 2, p. 1195-1200, 2001.

MACHADO, C. J. S. Mudanças conceituais na administração pública do meio ambiente. **Ciência e Cultura**: Gestão das Águas. v. 55, n. 4, p. 24-26, out./dez. 2003.

MAGALHÃES, D. N. **Elementos para diagnostico e gerenciamento de residuos solidos urbanos do municipio de Dores de Campos MG**. Monografia (Especialização) Universidade federal de Juiz de Fora, 2008.

- MARTIN, C. D.; JOHNSON, K. D. ; MOSHIRI, G.A. Performance of a constructed wetland leachate treatment system at the Chunchula landfill, mobile coutry, Alabama. **Water Science and Technology**, Oxford, v. 40, n. 3, p.67-74, 2009..
- MÉNDEZ, R. et al. Characterization, digestibility and anaerobic treatment of leachates from old and young landfills. **Water Science & Techology**, Oxford, v. 21, n. 4/5, p.145-155, 1989.
- MERCADO, A. ; CORDOVA, K. Desarrollo sustentable – industria: más controvérsias menos respuestas. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, SP, v. 8, n. 1, p. 27-50, jan./jun. 2005.
- MESQUITA JUNIOR, José Maria de. **Gestão integrada de resíduos sólidos**. Rio Janeiro: IBAM, 2007. (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo Aplicado a Resíduos Sólidos).
- MIMIDES, T. ; PERRAKI, T. Evaluation of the attenuating properties of selected Greek clays for toxic inorganic elements in landfill sites. **The Science of the Total Environment.**, v. 253, p.1-13, 2000.
- MIROWSKI, P. **More heat than light**: economics as social physics, physics as nature's economics. New York: Cambridge University Press, 1989.
- MME – Ministério de Minas e Energia. (2007). Dezembro 20. **Análises energéticas e dados agregados**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 12 out. 2011.
- MONTEIRO, José Henrique Penido et al. **Gestão integrada de resíduos sólidos**: manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2011.
- MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.
- NAIME, Roberto. **Gestão de resíduos sólidos**: uma abordagem prática. NovoHamburgo: Feevale, 2005.
- NORTON, B. G. **Sustainability**: a philosophy of adaptive ecosystem management. Chicago, USA: The University of Chicago Press, 2005.
- NUNESMAIA, Maria de Fátima A gestão de resíduos urbanos e suas limitações. **Tecbahia**: Revista Baiana de Tecnologia, Camaçari, BA, v. 17, n.1, p. 120-129, jan./abr. 2002.
- O'CONNOR, Martin. **Natural capital**. Cambridge: Research for the Environment, 1999. Policy Research Brief Series, n. 3.
- PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996
- PHILLIPS, Paul S. et al. UK waste minimization clubs: a contribution to sustainable waste management. **Resources, Conservation & Recycling**, Union Kingdown, v. 27, n. 3, p. 217-247, aug. 1999.
- PIGOU, Arthur C. **The economics of welfare**. 4. ed. London: Macmillan and Co, 1932.

PINDICK, R. S; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1999

PRIGOGINE, I. **Thermodynamics of irreversible processes**. New York: Wiley, 1967.

REIS, Lineu B. ; FADIGAS, Eliane A. A. ; CARVALHO, Cláudio E. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável** . Barueri: Manole, 2005.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 9921 de 27 de julho de 1993**. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/legiscomp/arquivo.asp?Rotulo=Lei%20n%C2%BA%209921&idNorma=465&tipo=pdf>>. Acesso em: 12 set. 2011.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou a economia política da sustentabilidade?. In: MAY, Peter H. (Org.) **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 8.

ROVIRIEGO, Lucas. Fernando. V. **Proposta de uma metodologia para a avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares**. 191 f. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SAYAGO, Daiane Ely ; OLIVEIRA, José Marques D.; MOTTA, Ronaldo Serôa da. **Resíduos sólidos: propostas de instrumentos econômicos ambientais**. Brasília: SEPURB/MPO, 1998. (Série Modernização do Setor de Saneamento, v. 15). Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/propostas.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2011.

SCHENKEL, Werner. Elementos de uma concepção de resíduos. In: STRAUCH, Manuel; ALBUQUERQUE, Paulo Peixo de (Orgs). **Resíduos: como lidar com os recursos naturais**. São Leopoldo: Oikos, 2008, p. 85-104.

SCHNEIDER, V. E. et al. **Manual de gerenciamento de resíduos sólidos de serviço da saúde**. 2. ed. São Paulo: CLR Balieiro, 2001.

SILVA, Christian L. ; MENDES, Judas T. G. (Orgs.). **Reflexões sobre o desenvolvimento sustentável: agentes e interações sob a ótica multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Vozes, 2005. p. 11-40.

SOUZA, M. P. de: **Instrumentos de gestão ambiental: fundamentos e prática**. São Carlos: Riani Costa, 2000.

STRAUCH, Manuel. Gestão de recursos naturais e resíduos. In: STRAUCH, Manuel; ALBUQUERQUE, Paulo Peixo de (Orgs). **Resíduos: como lidar com os recursos naturais**. São Leopoldo: Oikos, 2008, p. 29-84.

TCHOBANOGLIOUS. G. ; THEISEN, H.; VIGIL , S. A. **Integrated solid waste management: engineering principles and management issues**. United States of America: International Editions, 1998.

THE WORD BANK. 2007 **Word Development Indicators**. Washington: Green Press Initiative, 2007.

TURNER, Graham. A comparison of the limits to grow with thirty years of reality. Socio-Economics and the Environment in Discussion. CSIRO working Paper Series. Australia, June 2008. Disponível em: <<http://www.csiro.au/files/files/plje.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2011.

UNCED – United Nation Conference on Environmental and Development. **Agenda 21**, 3-14 june. Rio de Janeiro, 1992.

USEPA - US ENVIRONMENT PROTECTION AGENCY. Appendix A: Glossary .EPA's recycling guide for native american nations (EPA-k-95-006) Environmental Protection Agency. Unite states. Disponível em: <<http://www.epa.gov/epawaste/wyl/tribal/pdftxt/tribaliwmp.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2011

VIEIRA, I. Latinha de alumínio permanece como o material mais reciclado no país, mostra IBGE. Fonte: Agencia Brasil.02/09/2011. Disponível em: <<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/noticias5/noticia=725906>>. Acesso em: 30 out. 2011.

WORD BANK. **An environmental study small, and medium mining in Brazil, Bolivia, Chile and Peru**. Washington, D. C.: WORD BANK Technical Paper, n. 429, 1999.

ANEXO A

Municípios do Rio Grande do Sul Base de dados SNIS 2009			
Código	Nome/UF		
430005	Água Santa/RS	430512	Cerrito/RS
430010	Agudo/RS	430535	Charqueadas/RS
430020	Ajuricaba/RS	430537	Charrua/RS
430030	Alecrim/RS	430543	Chuí/RS
430040	Alegrete/RS	430550	Ciríaco/RS
430045	Alegria/RS	430558	Colinas/RS
430050	Alpestre/RS	430570	Condor/RS
430055	Alto Alegre/RS	430583	Coqueiro Baixo/RS
430060	Alvorada/RS	430585	Coqueiros do Sul/RS
430064	Ametista do Sul/RS	430593	Coronel Pilar/RS
430080	Antônio Prado/RS	430605	Cristal/RS
430087	Araricá/RS	430610	Cruz Alta/RS
430100	Arroio do Meio/RS	430632	Derrubadas/RS
430107	Arroio do Padre/RS	430635	Dezesseis de Novembro/RS
430130	Arroio Grande/RS	430642	Dois Irmãos das Missões/RS
430140	Arvorezinha/RS	430640	Dois Irmãos/RS
430155	Áurea/RS	430650	Dom Feliciano/RS
430160	Bagé/RS	430660	Dom Pedrito/RS
430163	Balneário Pinhal/RS	430670	Dona Francisca/RS
			Doutor Maurício Cardoso/RS
430185	Barra do Guarita/RS	430673	Doutor Ricardo/RS
430187	Barra do Quaraí/RS	430675	Encantado/RS
430192	Barra do Rio Azul/RS	430680	Encruzilhada do Sul/RS
430200	Barros Cassal/RS	430690	Entre-Ijuís/RS
430210	Bento Gonçalves/RS	430693	Erebango/RS
430215	Boa Vista das Missões/RS	430697	Erechim/RS
430230	Bom Jesus/RS	430700	Ernestina/RS
430235	Bom Princípio/RS	430705	Ervál Grande/RS
430250	Bossoroca/RS	430720	Ervál Seco/RS
430258	Bozano/RS	430730	Esperança do Sul/RS
430280	Caçapava do Sul/RS	430745	Espumoso/RS
430290	Cacequi/RS	430750	Estância Velha/RS
430310	Cachoeirinha/RS	430760	Estrela Velha/RS
430340	Caiçara/RS	430781	Estrela/RS
430350	Camaquã/RS	430780	Fagundes Varela/RS
430360	Cambará do Sul/RS	430786	Farroupilha/RS
430367	Campestre da Serra/RS	430790	Faxinal do Soturno/RS
430410	Campos Borges/RS	430800	Faxinalzinho/RS
430420	Candelária/RS	430805	Feliz/RS
430430	Cândido Godói/RS	430810	Flores da Cunha/RS
430440	Canela/RS	430820	Formigueiro/RS
430450	Canguçu/RS	430840	Garibaldi/RS
430460	Canoas/RS	430860	Garruchos/RS
430466	Capão do Leão/RS	430865	

430469 Capitão/RS	430880	General Câmara/RS
430467 Capivari do Sul/RS	430912	Gramado dos Loureiros/RS
430471 Caraá/RS	430920	Gravataí/RS
430470 Carazinho/RS	430925	Guabiju/RS
430490 Casca/RS	430930	Guaíba/RS
430495 Caseiros/RS	430940	Guaporé/RS
430500 Catuípe/RS	430950	Guarani das Missões/RS
430510 Caxias do Sul/RS	430965	Hulha Negra/RS
430980 Ibiacá/RS	431036	Imigrante/RS
430990 Ibiraiaras/RS	431046	Ipiranga do Sul/RS
431000 Ibirubá/RS	431050	Iraí/RS
431010 Igrejinha/RS	431060	Itaqui/RS
431020 Ijuí/RS	431065	Itati/RS
431030 Ilópolis/RS	431080	Ivoti/RS
431033 Imbé/RS	431085	Jaboticaba/RS
431036 Imigrante/RS	431110	Jaguari/RS
431046 Ipiranga do Sul/RS	431127	Lagoa dos Três Cantos/RS
431050 Iraí/RS	431130	Lagoa Vermelha/RS
431060 Itaqui/RS	431125	Lagoão/RS
431065 Itati/RS	431150	Lavras do Sul/RS
431080 Ivoti/RS	431162	Lindolfo Collor/RS
431085 Jaboticaba/RS	431164	Linha Nova/RS
431110 Jaguari/RS	431171	Maçambará/RS
431127 Lagoa dos Três Cantos/RS	431170	Machadinho/RS
431130 Lagoa Vermelha/RS	431175	Manoel Viana/RS
431125 Lagoão/RS	431177	Maquiné/RS
431150 Lavras do Sul/RS	431180	Marau/RS
431162 Lindolfo Collor/RS	431217	Mato Queimado/RS
431164 Linha Nova/RS	431220	Maximiliano de Almeida/RS
431171 Maçambará/RS	431235	Montauri/RS
431170 Machadinho/RS	431238	Monte Belo do Sul/RS
431175 Manoel Viana/RS	431240	Montenegro/RS
431177 Maquiné/RS	431244	Morrinhos do Sul/RS
431180 Marau/RS	431245	Morro Redondo/RS
431217 Mato Queimado/RS	431250	Mostardas/RS
Maximiliano de		
431220 Almeida/RS	431260	Muçum/RS
431235 Montauri/RS	431265	Não-Me-Toque/RS
431238 Monte Belo do Sul/RS	431267	Nicolau Vergueiro/RS
431240 Montenegro/RS	431275	Nova Alvorada/RS
431244 Morrinhos do Sul/RS	431290	Nova Bassano/RS
431245 Morro Redondo/RS	431300	Nova Brésia/RS
431250 Mostardas/RS	431301	Nova Candelária/RS
431260 Muçum/RS	431303	Nova Esperança do Sul/RS
431265 Não-Me-Toque/RS	431306	Nova Hartz/RS
431267 Nicolau Vergueiro/RS	431308	Nova Pádua/RS
431275 Nova Alvorada/RS	431310	Nova Palma/RS
431290 Nova Bassano/RS	431320	Nova Petrópolis/RS
431300 Nova Brésia/RS	431335	Nova Roma do Sul/RS
431301 Nova Candelária/RS	431337	Nova Santa Rita/RS

431303	Nova Esperança do Sul/RS	431340	Novo Hamburgo/RS
431306	Nova Hartz/RS	431344	Novo Tiradentes/RS
431308	Nova Pádua/RS	431350	Osório/RS
431310	Nova Palma/RS	431360	Paim Filho/RS
431320	Nova Petrópolis/RS	431370	Palmeira das Missões/RS
431335	Nova Roma do Sul/RS	431395	Pantano Grande/RS
431337	Nova Santa Rita/RS	431403	Pareci Novo/RS
431340	Novo Hamburgo/RS	431405	Parobé/RS
431344	Novo Tiradentes/RS	431406	Passa Sete/RS
431350	Osório/RS	431410	Passo Fundo/RS
431360	Paim Filho/RS	431415	Paverama/RS
431370	Palmeira das Missões/RS	431417	Pedras Altas/RS
431395	Pantano Grande/RS	431420	Pedro Osório/RS
431403	Pareci Novo/RS	431430	Pejuçara/RS
431405	Parobé/RS	431440	Pelotas/RS
431406	Passa Sete/RS	431446	Pinhal da Serra/RS
431410	Passo Fundo/RS	431447	Pinhal Grande/RS
431445	Pinhal/RS	432035	Sentinela do Sul/RS
431449	Pinheirinho do Vale/RS	432040	Serafina Corrêa/RS
431455	Pirapó/RS	432050	Sertão/RS
431475	Poço das Antas/RS	432060	Severiano de Almeida/RS
431478	Ponte Preta/RS	432065	Silveira Martins/RS
431490	Porto Alegre/RS	432067	Sinimbu/RS
431500	Porto Lucena/RS	432070	Sobradinho/RS
431505	Porto Mauá/RS	432080	Soledade/RS
431510	Porto Xavier/RS	432100	Tapera/RS
431513	Pouso Novo/RS	432110	Tapes/RS
431514	Presidente Lucena/RS	432132	Taquaruçu do Sul/RS
431530	Quaraí/RS	432135	Tavares/RS
431532	Quevedos/RS	432143	Terra de Areia/RS
431545	Relvado/RS	432150	Torres/RS
431560	Rio Grande/RS	432166	Três Cachoeiras/RS
431570	Rio Pardo/RS	432183	Três Forquilhas/RS
431600	Rolante/RS	432185	Três Palmeiras/RS
431620	Rondinha/RS	432190	Três Passos/RS
431643	Saldanha Marinho/RS	432195	Trindade do Sul/RS
431645	Salto do Jacuí/RS	432200	Triunfo/RS
431650	Salvador do Sul/RS	432210	Tucunduva/RS
431670	Santa Bárbara do Sul/RS	432215	Tunas/RS
431680	Santa Cruz do Sul/RS	432220	Tupanciretã/RS
431690	Santa Maria/RS	432225	Tupandi/RS
431720	Santa Rosa/RS	432230	Tuparendi/RS
431725	Santa Tereza/RS	432234	Ubiretama/RS
431700	Santana da Boa Vista/RS	432235	União da Serra/RS
431710	Santana do Livramento/RS	432240	Uruguaiana/RS
431750	Santo Ângelo/RS	432250	Vacaria/RS
	Santo Antônio da		
431760	Patrulha/RS	432255	Vanini/RS
	Santo Antônio das		
431770	Missões/RS	432260	Venâncio Aires/RS

431755	Santo Antônio do Palma/RS	432285	Vespasiano Correa/RS
	Santo Antônio do		
431775	Planalto/RS	432290	Viadutos/RS
431780	Santo Augusto/RS	432310	Vicente Dutra/RS
431795	Santo Expedito do Sul/RS	432335	Vila Lângaro/RS
431800	São Borja/RS		
431810	São Francisco de Assis/RS		
431830	São Gabriel/RS		
431846	São José do Herval/RS		
431848	São José do Hortêncio/RS		
431849	São José do Inhacorá/RS		
431850	São José do Norte/RS		
431860	São José do Ouro/RS		
431861	São José do Sul/RS		
431862	São José dos Ausentes/RS		
431870	São Leopoldo/RS		
431880	São Lourenço do Sul/RS		
431900	São Marcos/RS		
431915	São Miguel das Missões/RS		
431920	São Nicolau/RS		
431930	São Paulo das Missões/RS		
431940	São Pedro do Sul/RS		
431950	São Sebastião do Caí/RS		
431960	São Sepé/RS		
431971	São Valentim do Sul/RS		
432023	Sede Nova/RS		
432026	Segredo/RS		
432030	Selbach/RS		