

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA E
DESENVOLVIMENTO**

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS
EM FLORIANÓPOLIS/SC: um estudo de caso**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Luisa Caurio Rodriguez

Santa Maria, RS, Brasil

2014

PPGED/UFSM, RS

RODRIGUEZ, Luisa Caurio

MESTRE

2014

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM
FLORIANÓPOLIS/SC: um estudo de caso**

Luisa Caurio Rodriguez

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento, Área de Concentração em História e Dinâmica do Desenvolvimento, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Economia e Desenvolvimento.**

Orientador: Prof. Solange Regina Marin

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Caurio Rodriguez, Luisa
Reciclagem de resíduos sólidos urbanos em
Florianópolis/SC: um estudo de caso / Luisa Caurio
Rodriguez.-2014.
114 p.; 30cm

Orientadora: Solange Regina Marin
Coorientadora: Valny Giacomelli Sobrinho
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Programa de
Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento, RS, 2014

1. Benefício Líquido Social do Reaproveitamento 2.
Reciclagem 3. Resíduos Sólidos Urbanos I. Marin, Solange
Regina II. Giacomelli Sobrinho, Valny III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA E
DESENVOLVIMENTO**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM
FLORIANÓPOLIS/SC: um estudo de caso**

elaborada por
Luisa Caurio Rodriguez

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Economia e Desenvolvimento

COMISSÃO EXAMINADORA

Solange Regina Marin, Dr.
(Presidente/Orientador)

Valny Giacomelli Sobrinho, Dr.
(Coorientador)

Adayr da Silva Ilha, Dr. (UFSM)

Daniela Dias Kuhn, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 20 de março de 2014.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelos valores transmitidos e pela dedicação e apoio constantes.

À Solange Regina Marin, minha orientadora, pelos ensinamentos e conselhos.

Aos Professores Valny Giacomelli Sobrinho e Daniela Dias Kuhn, pelos comentários e sugestões durante a realização do trabalho.

Aos professores do PPGED, pelos conhecimentos compartilhados.

À Universidade Federal de Santa Maria, por disponibilizar os recursos e profissionais necessários para a realização do mestrado.

À COMCAP pela receptividade e informações fornecidas.

Aos amigos e demais familiares, pela amizade, carinho e confiança durante toda a trajetória.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, muito obrigada!

A vida se retrai ou se expande
na proporção da nossa coragem.

(Anais Nin)

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento
Universidade Federal de Santa Maria

RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM FLORIANÓPOLIS/SC: um estudo de caso

AUTORA: LUISA CAURIO RODRIGUEZ
ORIENTADOR: SOLANGE REGINA MARIN

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 20 de março de 2014.

Este trabalho ponderou quais os benefícios que a reciclagem de resíduos sólidos urbanos propicia para o município de Florianópolis, no Estado de Santa Catarina. Para estimar o valor dos benefícios econômicos, sociais e ambientais da reciclagem utilizou-se a metodologia de valoração ambiental indicada por Motta (2006), que estima o Benefício Líquido Social do Reaproveitamento (BLSR) obtido com a reciclagem dos principais materiais presentes nos resíduos coletados, o aço, o alumínio, o papel, o plástico e o vidro. Apesar do custo elevado da coleta seletiva na cidade, programa essencial para que possa haver a reciclagem de resíduos, comprovou-se que a reciclagem gera diversos benefícios e ganhos econômicos em Florianópolis. O BLSR médio estimado pelo preço de mercado é de R\$ 806,98/t e, por outro lado, o BLSR médio que reflete o verdadeiro custo de oportunidade é igual a R\$ 447,92/t. Com a estimativa do benefício gerado por tonelada de cada material foi possível verificar o potencial da reciclagem em Florianópolis. Os benefícios potenciais da reciclagem de aço, alumínio, papel, plástico e vidro no ano de 2012 foram estimados em R\$ 32 milhões, demonstrando o ganho que a sociedade em Florianópolis teria se todos os resíduos passíveis de reciclagem enviados para o aterro sanitário fossem encaminhados para a reciclagem. Contudo, apenas 13%, R\$ 4,2 milhões, desse valor são atualmente realizados, através da reciclagem de resíduos coletados pela coleta seletiva e triados pelas associações de recicladores presentes em Florianópolis. O trabalho está dividido em quatro capítulos tratando, respectivamente, do referencial teórico, do conceito e questões referentes aos resíduos sólidos urbanos, da metodologia utilizada e das informações sobre os resíduos sólidos urbanos em Florianópolis com os resultados analisados.

Palavras-chave: Benefício Líquido Social do Reaproveitamento. Reciclagem. Resíduos Sólidos Urbanos.

ABSTRACT

Master's dissertation
Post-Graduate Program in Economics e Development
Santa Maria Federal University

MUNICIPAL SOLID WASTE RECYCLING IN FLORIANÓPOLIS/SC: a case study

AUTHOR: LUISA CAURIO RODRIGUEZ
SUPERVISOR: SOLANGE REGINA MARIN

Defense date and place: Santa Maria, March 20th, 2014.

This study pondered what benefits the recycling of municipal solid waste provides for the city of Florianópolis, State of Santa Catarina. To estimate the value of economic, social and environmental benefits of recycling was used the methodology of environmental valuation indicated by Motta (2006), which estimates the Social Net Benefit of Reuse (SNBR) obtained with the recycling of key materials in the waste collected, steel, aluminum, paper, plastic and glass. Despite the high cost of selective collection in the city, essential program for waste recycling, it was shown that recycling generates many benefits and economic gains in Florianópolis. The average SNBR estimated for market price is R\$ 806,98/t, on the other hand, the average SNBR that reflects the true opportunity cost is equal to R\$ 447,92/t. With the estimate of the benefit generated per tonne of each material was possible to verify the potential of recycling in Florianópolis. The potential benefits of recycling of steel, aluminum, paper, plastic and glass in 2012 were estimated at R\$ 32 million, demonstrating the gain that the society would have in Florianópolis if all waste liable to recycling sent to the landfill were directed for recycling. However, only 13%, R\$ 4,2 million of this amount is currently performed by recycling waste collected by separate collection and sorted by the recyclers associations present in Florianópolis. The study is divided into four chapters dealing, respectively, the theoretical framework, the concept and issues related to municipal solid waste, the methodology used and the information on municipal solid waste in Florianópolis with the results analyzed.

Key-words: Municipal Solid Waste. Recycling. Social Net Benefit of Reuse.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização de Florianópolis no Brasil.	15
Quadro 1 - Decomposição do valor econômico do recurso ambiental.....	22
Quadro 2 - Principais métodos de valoração ambiental.	24
Quadro 3 - Classificação dos resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente.....	34
Quadro 4 - O que muda com a Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	40
Figura 2 - Existência de iniciativas de Coleta Seletiva por faixas de população.	42
Figura 3 - Média da composição gravimétrica da Coleta Seletiva brasileira em 2012.	43
Figura 4 - Evolução do consumo aparente de papéis recicláveis, de aparas e das taxas de recuperação de papéis recicláveis no Brasil.	50
Figura 5 - Evolução do índice de reciclagem mecânica de plástico pós-consumo.....	52
Figura 6 - Relação entre a sucata recuperada e o consumo interno de alumínio do Brasil e de países selecionados (2010) – (%).	54
Figura 7 - Evolução dos índices de reciclagem de vidro no Brasil (%).	56
Quadro 5 - Instrumentos econômicos de gestão ambiental.	58
Quadro 6 - Países que possuem instrumentos econômicos de gestão de resíduos.	59
Quadro 7 - Gastos efetivos com a gestão de resíduos sólidos.	67
Quadro 8 - Déficit de custos de gestão de resíduos sólidos no Brasil.....	68
Quadro 9 - Fontes de informações.....	69
Figura 8 - Mapa de Florianópolis/SC (Distritos administrativos).	71
Figura 9 - Fluxo de Resíduos Sólidos Urbanos recolhidos em Florianópolis.	73
Figura 10 - Quantidade de RSU coletado por ano e quantidade média de RSU coletado ao dia por habitante em Florianópolis a partir do ano de 2002.	75
Figura 11 - Quantidade de resíduos coletados via coleta seletiva a partir do ano de 2003.	78
Figura 12 - Evolução do custo com a coleta seletiva em Florianópolis.	79
Figura 13 - Incidência de materiais sobre a coleta seletiva em Florianópolis (2011).	81
Figura 14 - Imagens da ACMR e Aresp.	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Participação dos materiais no total de RSU coletado no Brasil.	36
Tabela 2 - Estimativa do custo com a coleta de RSU em Florianópolis em 2011.....	76
Tabela 3 - Quantidades coletadas pela coleta seletiva no ano de 2011.	82
Tabela 4 - Preços praticados pela ACMR em 2013.....	83
Tabela 5- Gastos atuais e efetivos de coleta, transporte e disposição final de lixo urbano (GCD) em Florianópolis no ano de 2011.	86
Tabela 6 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da emissão de GEEs.	87
Tabela 7 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da necessidade de solo para monocultura de árvores – eucalipto.....	88
Tabela 8 - Danos ambientais resultantes da má coleta e disposição de RSU (CA) em Florianópolis.....	89
Tabela 9 - Preço do material reciclável em R\$/t– Setembro/Outubro 2013.....	90
Tabela 10 - Preço médio da sucata por material (R\$/t).	90
Tabela 11 - Estimativa para o Brasil dos benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos.....	91
Tabela 12 - Estimativa para o Brasil dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de energia.	92
Tabela 13 - Estimativa para o Brasil dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de água.	93
Tabela 14 - Reduções de custos associados à energia, matérias-primas e água proporcionados pelo reaproveitamento (GMI) estimados para Florianópolis – hipótese 2.	94
Tabela 15 - Composição gravimétrica da coleta seletiva utilizada para ponderação do BLSR.	95
Tabela 16 - Estimativas do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento pelo preço de mercado e pelo custo de oportunidade em Florianópolis/SC (R\$/t).....	96
Tabela 17 - Preço da externalidade do reaproveitamento.....	98
Tabela 18 - Estimativa do potencial de material reciclável destinado ao aterro sanitário em Florianópolis (2012).	99
Tabela 19 - Estimativa dos benefícios potenciais gerados pela reciclagem de RSU em Florianópolis (2012), com base no verdadeiro custo de oportunidade.....	99

Tabela 20 - Estimativa dos benefícios obtidos através da reciclagem de RSU em Florianópolis (2012), com base no verdadeiro custo de oportunidade.	101
Tabela 21 - Benefícios potenciais e obtidos com a reciclagem de RSU em Florianópolis (2012), com base no verdadeiro custo de oportunidade.	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABAL – Associação Brasileira do Alumínio
- ABIVIDRO – Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas Públicas e Resíduos Especiais
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel
- CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem
- COMCAP – Companhia Melhoramentos da Capital
- CTReS – Centro de Transferência de Resíduos Sólidos
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
- MMA – Ministério do Meio Ambiente
- PEV – Pontos de Entrega Voluntária
- PLASTIVIDA – Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
- RSU – Resíduos Sólidos Urbanos
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
- UNCED – United Nations Conference on Environment and Development
- WCED – World Commission on Environment and Development

LISTA DE ANEXOS E APÊNDICES

Apêndice A – Estrutura das entrevistas realizadas.....	113
--	-----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
2 ECONOMIA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	17
2.1 Economia Ambiental	17
2.2 Valoração ambiental	20
2.3 Desenvolvimento sustentável: surgimento e conceituação	25
2.3.1 A Agenda 21 e a questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU)	28
3 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)	32
3.1 Resíduos: conceituação e classificações	32
3.2 Gestão de resíduos: geração, coleta e destinação final	34
3.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos	38
3.4 Coleta Seletiva	41
3.5 Solução para o problema do lixo: a reciclagem	43
3.5.1 Benefícios da Reciclagem	45
3.5.2 A reciclagem do papel/papelão	49
3.5.3 A reciclagem do plástico	51
3.5.4 A reciclagem do metal/alumínio	53
3.5.5 A reciclagem do vidro	55
3.6 Instrumentos econômicos de minimização de resíduos	57
4 METODOLOGIA	60
4.1 Revisão bibliográfica sobre metodologias para a mensuração de ganhos com a atividade de reciclagem	61
4.2 Cálculo do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento (BLSR) conforme Motta (2006)	65
4.3 Metodologia do cálculo do BLSR para Florianópolis	69
5 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM FLORIANÓPOLIS/SC	71
5.1 Coleta convencional	74
5.2 Coleta Seletiva	77
5.3 Estimativa do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento	85

5.3.1 Pressupostos para o cálculo do BLSR	85
5.3.2 Demonstração do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento	94
5.4 Benefícios econômicos, sociais e ambientais da reciclagem em Florianópolis.....	102
CONCLUSÃO	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
APÊNDICES	113
A – Estrutura das entrevistas realizadas	113

INTRODUÇÃO

A geração excessiva de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um dos problemas ambientais e econômicos mais importante das cidades modernas. O aumento significativo na quantidade de resíduos¹ gerados pela população é resultado do crescimento populacional acelerado, do aumento da urbanização e da mudança dos hábitos de consumo ocorrida nas últimas décadas.

Quando não recebem destinação correta, os RSU podem acarretar uma série de problemas ambientais, econômicos e sociais, tais como a contaminação do solo e água, doenças e gastos elevados com saúde e recuperação de áreas. O problema do destino do lixo vem se agravando nos grandes centros urbanos, principalmente onde a cultura da reciclagem é pouco desenvolvida, sendo um problema de difícil solução para a maioria das comunidades, seja no Brasil ou no exterior. A principal preocupação se refere à capacidade e disponibilidade de áreas para a disposição final, que deveriam receber o mínimo de resíduos possível, a fim de garantir mais vida útil e minimizar os impactos ambientais.

O gerenciamento de resíduos sólidos compreende vários aspectos relacionados à origem, geração, armazenamento, coleta, tratamento e disposição final. Desse modo, a geração excessiva de resíduos e uma má gestão podem trazer não apenas problemas sanitários e ambientais, mas também sociais e econômicos.

Conforme a Associação Brasileira de Empresas Públicas de Limpeza e Resíduos Especiais – ABRELPE (2012) – coleta-se no Brasil um total de 181 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) por dia, gerando uma média per capita de, aproximadamente, 1,107 kg/hab./dia. Além disso, estima-se que o crescimento na geração de RSU no Brasil tenha sido de 1,3% de 2011 para 2012, índice percentual que é superior à taxa de crescimento populacional urbano do país, que foi de 0,9%.

Frente ao problema da gestão dos resíduos sólidos nas grandes cidades, a reciclagem surge como uma possível solução devido à contribuição que pode dar às empresas, com economia de custos na aquisição de matérias-primas, pelos resultados ambientais decorrentes da redução na quantidade de resíduos que necessitam de tratamento e disposição final e, pela possibilidade de inclusão social e geração de renda para pessoas marginalizadas.

A cidade de Florianópolis (Figura 1), capital do Estado de Santa Catarina, foi a primeira cidade do Brasil a implantar a coleta seletiva pelo sistema de porta em porta, em 1994,

¹ Nesta dissertação, quando for utilizada a palavra resíduos considera-se como sinônimo dos resíduos sólidos urbanos (RSU).

processo fundamental para a ocorrência da reciclagem dos resíduos (FLORIANÓPOLIS, 2013a). Conforme informações da Comcap, a quantidade de resíduos coletados por meio da coleta seletiva vem crescendo significativamente, coletando-se, hoje, em um mês o que no ano de 2006 se coletava em um ano (COMCAP, 2012).



Figura 1 - Localização de Florianópolis no Brasil.

Fonte: http://cartoriosilva.com.br/images/mapa1_santo_antonio.jpg.

Em Florianópolis, a massa recuperada per capita de materiais recicláveis pela coleta seletiva foi de 21,2 kg/hab./ano em 2011, superior as quantidades das demais capitais da Região Sul do país, Porto Alegre e Curitiba, que foram iguais a 16,6 kg/hab./ano e 14,7 kg/hab./ano, respectivamente. Além disso, a taxa de resíduos coletados pela coleta convencional na cidade foi de 1,12 kg/hab./dia, também superior às taxas de Porto Alegre e Curitiba, iguais a 1,04 kg/hab./dia e 0,95 kg/hab./dia, respectivamente (SNIS, 2011).

Outra informação considerável do município é que o custo da coleta seletiva é bastante elevado, R\$ 462,00 por tonelada coletada, o que encarece a atividade de reciclagem. Este valor é superior ao valor de Porto Alegre (R\$ 294,00/t), cuja área geográfica, importante ao se calcular as despesas para realizar a coleta, é maior, além de possuir maior população e quantidade total de RSU coletado. O valor é próximo ao de Curitiba (R\$ 464,00/t), município

com maior população e quantidade total de RSU coletado, porém com menor área geográfica².

Tais fatores justificam o interesse no seguinte problema de pesquisa: há benefícios com a reciclagem de resíduos sólidos urbanos em Florianópolis? Quais seriam esses benefícios e o valor econômico para eles? A hipótese é de que serão encontrados benefícios econômicos, sociais e ambientais com a reciclagem de RSU, estimados em milhões de reais. Logo, com o objetivo de investigar o valor econômico e o potencial da reciclagem em Florianópolis, no Estado de Santa Catarina, utiliza-se uma estimativa dos benefícios líquidos sociais do reaproveitamento (BLSR), metodologia de valoração ambiental proposta por Motta (2006).

A dissertação está organizada em quatro capítulos, além da introdução e da conclusão. No segundo capítulo é apresentado o referencial teórico que trata de situar o interesse da Economia na questão ambiental, baseado na teoria de economia ambiental, além de uma breve discussão sobre a metodologia de valoração ambiental. O capítulo também expõe a definição de desenvolvimento sustentável e aborda sua relação com os resíduos sólidos, através da Agenda 21.

No capítulo 3, são apresentados os principais conceitos, classificações e questões referentes ao tema resíduos sólidos urbanos, tratando da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e da reciclagem de resíduos. A metodologia utilizada no trabalho é apresentada no quarto capítulo, junto com uma revisão bibliográfica sobre metodologias de mensuração de ganhos com a reciclagem. No capítulo 5, são apresentadas as informações sobre os resíduos sólidos urbanos em Florianópolis, bem como os resultados do trabalho. Por último, é apresentada a conclusão.

² As áreas geográficas de Florianópolis, Porto Alegre e Curitiba são, respectivamente, 443,36 km², 479,61 km² e 437,42 km² (PNUD, 2013).

2 ECONOMIA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Avanços tecnológicos proporcionados pelos tempos de Revolução Industrial e o estilo de vida avançado da sociedade, caracterizado pelo aumento de consumo e de processos de industrialização, são responsáveis pela degradação do meio ambiente que a sociedade enfrenta já faz algum tempo. A qualidade de vida e as atividades econômicas são fortemente dependentes dos bens e serviços fornecidos pelo meio ambiente, tornando fundamental o interesse da teoria econômica nas interconexões entre o sistema econômico e o meio externo.

De acordo com May, Lustosa e Vinha (2003), a questão ambiental entrou na agenda de pesquisa dos economistas apenas em 1960, quando as projeções catastróficas acerca do fim dos recursos naturais demonstraram a falta de atenção aos aspectos ecológicos dos modelos econômicos. Sendo assim, este capítulo trata de situar o interesse da economia na questão ambiental apresentando uma das vertentes da Economia que busca valorar os serviços ecossistêmicos, a economia ambiental, e a ideia de desenvolvimento sustentável.

2.1 Economia Ambiental

A economia ambiental neoclássica (*Environmental Economics*) é uma tentativa de incorporação da problemática ambiental e de critérios de sustentabilidade por parte do *mainstream* econômico (ANDRADE, 2008). De acordo com Tôsto et al. (2011), a economia ambiental representa uma resposta ao questionamento da sociedade sobre o papel dos ecossistemas na dinâmica econômica e no bem-estar. A economia ambiental enfatiza a maximização do bem-estar humano³ e o uso de incentivos para modificar o comportamento humano destrutivo (TIETENBERG e LEWIS, 2011).

Conforme Tôsto et al. (2011), a teoria econômica tradicional, ao considerar a economia como um sistema fechado, que analisa fluxos monetários, de trabalho e de renda entre pessoas e unidades produtivas, falhava ao não identificar que as matérias-primas necessárias para serem transformadas em bens de consumo e para geração de renda vinham da natureza.

³ Pela microeconomia tradicional, o bem-estar representa o nível de satisfação do indivíduo. O bem-estar social pode ser entendido como a soma das preferências individuais de cada indivíduo (MOTTA, 2006).

Também era falha ao não se preocupar com o fato de que a natureza é o depósito final para todos os resíduos gerados pelas atividades produtivas. Com o aparecimento de grandes problemas ambientais, a partir da década de 60, os economistas começaram a perceber, então, que a teoria econômica tradicional era falha ao não incorporar os recursos naturais (TÔSTO et al., 2011).

Segundo Perman et al. (2003), a introdução dos recursos naturais em modelos neoclássicos de crescimento ocorreu na década de 1970, quando alguns economistas neoclássicos investigaram sistematicamente o esgotamento eficiente e otimizado dos recursos. A percepção da economia ambiental era de que os problemas ambientais ocorriam porque os recursos naturais não faziam parte do mercado. Por serem bens coletivos e não apresentarem direitos de propriedade definidos, os recursos naturais não faziam parte das tomadas de decisões dos agentes econômicos, sendo, como consequência, utilizados até a exaustão. Logo, a solução encontrada pelos economistas estava em internalizar os recursos naturais no mercado e nas decisões dos agentes econômicos (TÔSTO et al., 2011).

Por conseguinte, a economia ambiental se desenvolveu principalmente em direção à elaboração de técnicas de valoração em termos monetários dos recursos naturais, à aplicação da análise custo-benefício, e à concepção de agências ambientais e de instrumentos de políticas ambientais para regulamentar o uso dos recursos e atribuir responsabilidades aos usuários/poluidores da natureza, com a abordagem por taxas e mercados de poluição (TOLMASQUIM, 1998; TÔSTO et al., 2011).

Perman et al. (2003) afirmam que, embora o surgimento da economia ambiental seja recente, a preocupação com os recursos naturais e as questões ambientais tem antecedentes bastante anteriores. Conforme os autores, já nos escritos de economistas clássicos, como Adam Smith, Thomas Malthus, David Ricardo e John Stuart Mill, havia essa preocupação, sendo os recursos naturais vistos como importantes determinantes da riqueza nacional e do seu crescimento.

Segundo Andrade (2008), o sistema econômico é visto como a principal fonte de pressão sobre o meio ambiente, sendo necessário, pois, que a análise econômica apresente respostas sobre sua relação com os sistemas naturais. Nesse sentido, a ideia de que o meio ambiente é fornecedor de materiais e, ao mesmo tempo, receptor de resíduos fez com que a análise econômica se preocupasse com temas relacionados à escassez de recursos e à poluição gerada pelo sistema econômico. Dessa forma, a economia ambiental neoclássica desenvolveu-se através de duas ramificações: teoria da poluição e teoria dos recursos naturais.

A teoria da poluição, baseada na teoria do bem-estar e dos bens públicos, foca o meio ambiente na função de receptor de rejeitos, considerando a poluição como uma externalidade negativa, além de buscar entender quais os danos causados pela poluição e os custos e benefícios envolvidos na adoção de mecanismos de controle da poluição (ANDRADE, 2008). A primeira análise sistemática da poluição como externalidade foi realizada por Pigou⁴, nos anos 1920, lidando com a correção de externalidades negativas através da cobrança, pelo Estado, da diferença entre o custo marginal privado e o custo marginal social, ou seja, o Estado impõe um tributo igual ao valor da externalidade (PERMAN et al, 2003; CÁNEPA, 2003).

Por outro lado, a teoria dos recursos naturais considera o meio ambiente sob a ótica de provedor de recursos ao sistema econômico, procurando responder a questões referentes ao padrão ótimo de uso dos recursos, ao manejo adequado de recursos renováveis e à taxa ótima de depleção dos recursos não-renováveis (ANDRADE, 2008). Conforme Silva (2003), a economia dos recursos naturais emerge nas análises neoclássicas a respeito da utilização das terras agrícolas, dos minerais, dos peixes, dos recursos florestais madeireiros e não-madeireiros, da água, e de todos os recursos naturais reprodutíveis e não-reprodutíveis, adotando-se para a determinação do uso ótimo desses recursos os mesmos instrumentos da microeconomia neoclássica.

Andrade (2008) realiza uma crítica às teorias da poluição e dos recursos naturais ao afirmar que tais teorias, ao segmentar as funções do meio ambiente como receptor de rejeitos do processo econômico e como provedor de recursos à economia, enfocam parcialmente o problema ambiental, não oferecendo uma análise integrada dos impactos que o sistema econômico tem sobre o meio ambiente em termos de retirada de recursos e despejo de rejeitos. Além disso, conforme o autor, não se pode identificar nenhum mecanismo que garanta a satisfação dos princípios de sustentabilidade ambiental nas duas teorias.

No caso da teoria dos recursos naturais, a determinação da trajetória de extração ótima, ou seja, o quanto se pode explorar um recurso ambiental requer o uso de uma taxa de desconto, a qual não reflete necessariamente os interesses das gerações futuras. E, no caso da teoria da poluição, têm-se como principal questão quais são os critérios aplicados para se

⁴ Arthur Cecil Pigou (1877 – 1959), economista inglês e representante da Economia do Bem-Estar, propunha a intervenção do Estado na economia, mediante subsídios e impostos, para corrigir as falhas de mercado e internalizar as externalidades. Também propôs a chamada “taxa pigouviana”, imposto sobre o uso do recurso ambiental que serviria para induzir a demanda por recursos ambientais via preços, desde que refletisse o custo marginal gerado por este uso (CORECON-RJ, 2013; MOTTA, 2006).

valorar as externalidades (poluição) geradas e incorporá-las ao cálculo econômico dos agentes (ANDRADE, 2008).

De acordo Andrade (2008), esses valores são atribuídos pela economia ambiental neoclássica com base em seus princípios de utilidade e disposição a pagar, desenvolvendo técnicas de valoração. Ainda segundo o autor, a valoração ambiental neoclássica, tema tratado na próxima seção, vem se apresentando como a principal aplicação prática do instrumental neoclássico para o tratamento das questões ambientais.

2.2 Valoração ambiental

A valoração econômica ambiental procura avaliar o valor econômico de um recurso ambiental por meio da determinação do que é equivalente, em termos de outros recursos disponíveis na economia, ao que estaríamos dispostos a abrir mão de maneira a obter uma melhoria de qualidade ou quantidade do recurso ambiental. Em síntese, trata-se de uma análise de escolha entre opções (ORTIZ, 2003). Em outros termos,

as técnicas de valoração econômica ambiental buscam medir as preferências das pessoas por um recurso ou serviço ambiental e, portanto, o que está recebendo “valor” não é o meio ambiente ou o recurso ambiental, mas as preferências das pessoas em relação a mudanças de qualidade ou quantidade ofertada do recurso ambiental (ORTIZ, 2003, p. 82).

Para Perman et al. (2003), a valoração ambiental é um campo em rápida expansão e, também, um tanto controverso. Conforme os autores, os “não-economistas” consideram a ideia de colocar preços em serviços ambientais como totalmente equivocada, enquanto a maioria dos economistas aceita a conveniência da valoração ambiental, embora haja discordâncias sobre as perspectivas de como fazê-lo de maneira satisfatória.

Ainda segundo Perman et al. (2003), a principal motivação para a valorização ambiental é permitir que os impactos ambientais sejam incluídos na análise custo-benefício⁵, podendo

⁵ Segundo Motta (1997), a Análise Custo-Benefício (ACB) é a técnica mais utilizada para a determinação de prioridades na avaliação de políticas. Os benefícios são os bens e serviços ecológicos cuja conservação acarretará na sua recuperação ou manutenção para a sociedade, impactando positivamente o bem-estar das pessoas. Os custos representam o bem-estar que se deixou de ter em razão do desvio de recursos da economia para políticas ambientais em detrimento de outras atividades. Por conta da necessidade de serem expressos em uma medida comum, os custos e benefícios são expressos em termos monetários (MOTTA, 1997).

tais impactos serem favoráveis ou desfavoráveis. Isto é, supondo-se que seja proposto o desenvolvimento de uma área deserta, apenas com a valorização dos serviços prestados por essa área, que poderia ser reduzida ou até totalmente perdida se o desenvolvimento for levado em frente, podem ser comparados os custos e os benefícios do projeto para se tomar uma decisão adequada sobre o desenvolvimento.

A aplicação da valoração ambiental para a análise custo-benefício, de acordo com Perman et al. (2003), tem cerca de 30 anos. A estratégia básica para a valoração ambiental é a “mercantilização” dos serviços que o meio ambiente oferece, sendo os serviços utilizados por famílias e empresas e tratados como argumentos nas funções utilidade e de produção, respectivamente. Dessa forma, as teorias padrão de comportamento dos consumidores e dos produtores podem ser utilizadas na derivação de métodos para atribuir valores aos serviços ambientais (PERMAN et al. 2003).

Seguindo a argumentação de Perman et al. (2003), Ortiz (2003) também explica que o principal objetivo da valoração econômica ambiental é estimar os custos sociais de se utilizar recursos ambientais escassos ou, ainda, incorporar os benefícios sociais advindos do uso desses recursos. Por conseguinte, os economistas estimam valores ambientais em termos monetários de maneira a tornar esse valor comparável com outros valores de mercado, com a intenção de permitir a tomada de decisões que envolvem recursos ambientais. Ou seja, o que se deseja, com a valoração ambiental, é a inclusão dos benefícios e custos ambientais na análise de custo-benefício envolvendo recursos ambientais (ORTIZ, 2003).

Ortiz (2003) defende que a valoração econômica ambiental é basilar para a gestão de recursos ambientais e para a tomada de decisões que envolvam projetos com grande impacto ambiental, visto que permite inserir de forma mais realista o meio ambiente nas estratégias de desenvolvimento econômico, no meio local, regional ou nacional. Motta (2006) alega que os métodos de valoração ambiental são parte do arcabouço teórico da microeconomia do bem-estar e são necessários na determinação dos custos e benefícios sociais quando as decisões de investimentos públicos afetam o consumo da população e, conseqüentemente, seu nível de bem-estar. Contudo, Ortiz (2003) alerta que a tarefa de medir o valor econômico de um recurso ambiental não é banal, pois seu uso é extremamente dependente dos dados e recursos disponíveis e da escolha do método de valoração mais adequado.

O valor econômico dos recursos ambientais pode ser decomposto em valor de uso e valor de não-uso, também chamado de valor de existência. Os valores de uso compreendem a soma dos valores de uso direto, valores de uso indireto e valores de opção (MOTTA, 2006; ORTIZ, 2003). No quadro 1 é apresentada a decomposição dos valores do meio ambiente.

Valor de uso			Valor de não-uso
Valor de uso direto	Valor de uso indireto	Valor de opção	Valor de existência
Bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje.	Bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados indiretamente hoje.	Bens e serviços ambientais de usos diretos e indiretos a serem apropriados no futuro.	Valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas ou altruísticas.

Quadro 1 - Decomposição do valor econômico do recurso ambiental.

Fonte: MOTTA (2006, p. 13).

Conforme Motta (2006), o valor de uso direto se refere ao valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental devido a sua utilização ou consumo direto. Ortiz (2003), tomando o recurso floresta, cita como exemplo de valores de uso direto do recurso ambiental o montante relativo à extração de madeira ou o valor relativo ao consumo de frutos.

O valor de uso indireto é o valor atribuído pelos indivíduos a um recurso ambiental quando o benefício do seu uso deriva de funções ecossistêmicas, como, por exemplo, a contenção de erosão e reprodução de espécies marinhas pela conservação de florestas de mangue (MOTTA, 2006). Ortiz (2003) também exemplifica o valor de uso indireto como o bem-estar proporcionado pelo recurso ambiental floresta de forma indireta – qualidade da água, ar puro e beleza cênica –, ou seja, são aqueles advindos das funções ecológicas do recurso ambiental.

O valor de opção é aquele que o indivíduo atribui em preservar recursos que podem estar ameaçados, para usos direto e indireto em um futuro próximo, ou seja, se relacionam à quantia que os indivíduos estariam dispostos a pagar para manter o recurso ambiental para uso futuro (MOTTA, 2006; ORTIZ, 2003). Como exemplo, citado por Motta (2006), tem-se o benefício advindo de terapias genéticas com base em propriedades de genes ainda não descobertos de plantas em florestas tropicais.

Por último, o valor de não-uso ou valor de existência, segundo Motta (2006), é o valor que está dissociado do uso e deriva de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de outras espécies que não a humana ou de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro. Para Ortiz (2003), o valor de não-uso está relacionado à satisfação pessoal em saber que o objeto está lá, sem que o indivíduo tenha vantagem direta ou indireta dessa presença. A mobilização da opinião pública

para o salvamento de ursos pandas ou das baleias, mesmo em regiões que a maioria das pessoas nunca estará ou fará qualquer uso de sua existência, e a disposição positiva a pagar dos indivíduos pelo não-desflorestamento da Floresta Amazônica, mesmo que essas pessoas nunca venham a visitar a floresta ou consumir qualquer dos seus produtos, são exemplos deste valor (MOTTA, 2006; ORTIZ, 2003).

Em síntese, o valor econômico total de um recurso do meio ambiente é a soma de todos os seus valores de uso direto e indireto mais o seu valor de opção e o seu valor de existência. De acordo com Ortiz (2003), é necessário atentar para não adicionar valores mais de uma vez ou somar valores que não seriam possíveis se outro uso do recurso tiver sido considerado na valorização econômica. Isto é, segundo Motta (2006, p. 12),

os usos e não-usos dos recursos ambientais encerram valores que precisam ser mensurados para se fazerem opções entre usos e não-usos diversos e até mesmo conflitantes, ou seja, quando um tipo de uso ou de não-uso exclui, necessariamente, outro tipo de uso ou não-uso. Por exemplo, o uso da baía de Guanabara para diluição de esgoto exclui (ou pelo menos limita) seu uso para recreação (MOTTA, 2006, p. 12).

A tarefa de valorar economicamente um recurso ambiental consiste em determinar quanto melhor ou pior estará o bem-estar das pessoas devido a mudanças na quantidade de bens e serviços ambientais, seja na apropriação por uso ou não. Ou seja, a valoração deverá mensurar as variações de bem-estar, se houve aumento de satisfação para os indivíduos ou não, quando há variação de disponibilidade de um recurso ambiental. Portanto, os métodos de valoração ambiental correspondem a este objetivo à medida que forem capazes de captar as distintas parcelas de valor econômico do recurso ambiental (MOTTA, 2006).

Segundo Ortiz (2003), os métodos de valoração econômica ambiental são classificados de várias maneiras por distintos autores: diretos ou indiretos, observados ou hipotéticos ou, ainda, baseados em funções de produção ou função demanda. Contudo, a classificação mais usual, conforme o autor, é a de métodos diretos e indiretos (ORTIZ, 2003). Para Motta (2006), a adoção de cada método dependerá do objetivo da valoração, das hipóteses assumidas, da disponibilidade de dados e conhecimento da dinâmica ecológica do objeto que está sendo valorado. O quadro 2 apresenta quais são os principais métodos de valoração econômica ambiental e a classificação conforme Ortiz (2003) e Motta (1997; 2006).

Método	Classificação Ortiz (2003)	Classificação Motta (1997; 2006)
Custo de viagem	Indireto	Função demanda
Preços hedônicos	Indireto	Função demanda
Custos de reposição	Indireto	Função de produção
Gastos defensivos ou custos evitados	Indireto	Função de produção
Produtividade marginal	Indireto	Função de produção
Valoração contingente	Direto	Função demanda

Quadro 2 - Principais métodos de valoração ambiental.

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Ortiz (2003), os métodos de valoração indiretos inferem o valor econômico de um recurso ambiental a partir da observação do comportamento dos indivíduos em mercados relacionados com o ativo ambiental, sejam de bens complementares ao consumo do recurso ou de bens substitutos, por isso só estimam valores de uso. Portanto, estas técnicas podem subestimar o valor econômico total do recurso ambiental. Por outro lado, os métodos de valoração diretos procuram inferir as preferências individuais por bens ou serviços ambientais através de perguntas feitas diretamente às pessoas, e estas estabelecem suas preferências em relação ao recurso ambiental (ORTIZ, 2003).

Motta (1997; 2006) classifica os métodos de valoração em métodos da função de produção e métodos da função demanda. Conforme o autor, se o recurso ambiental é um insumo ou um substituto de um bem ou serviço privado, os métodos baseados na função de produção utilizam preços de mercado do bem ou serviço privado para estimar o valor econômico do recurso ambiental. Com base nos preços destes recursos privados, admitindo, geralmente, que não se alteram frente a variações, estimam-se indiretamente os valores econômicos (preços-sombra) dos recursos ambientais cuja variação de disponibilidade está sendo analisada. O benefício (ou custo) da variação da disponibilidade do recurso ambiental é dado pelo produto da quantidade variada do recurso vezes o seu valor econômico estimado (MOTTA, 1997; 2006).

Por outro lado, os métodos baseados na função demanda assumem que a variação da disponibilidade do recurso ambiental altera a disposição a pagar ou a aceitar dos agentes econômicos em relação àquele recurso ou seu bem privado complementar. Desse modo, esses métodos estimam diretamente os valores econômicos (preços-sombra) com base em funções de demanda para estes recursos derivadas de mercados de bens ou serviços privados

complementares ao recurso ambiental ou mercados hipotéticos construídos especificamente para o recurso ambiental em análise (MOTTA, 1997; 2006).

Além da metodologia de valoração ambiental, utilizada pela economia ambiental neoclássica, o conceito de desenvolvimento sustentável também está amplamente ligado à exploração de recursos naturais e a recepção de rejeitos pelo meio ambiente. Seguindo esta ideia, na próxima seção é apresentada a definição de desenvolvimento sustentável, mostrando a importância da preservação do meio ambiente para as gerações futuras.

2.3 Desenvolvimento sustentável: surgimento e conceituação

Um dos maiores desafios expostos no decorrer do século XX é a criação de um ambiente sustentável para se viver. O conceito de desenvolvimento sustentável reflete a preocupação de todos com a preservação das condições ambientais para que se possam atender as necessidades presentes e futuras.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo e realizada em 1972, marcou a tomada de consciência da dimensão dos problemas ambientais e colocou a dimensão meio ambiente na agenda internacional (FELDMANN, 2003; SACHS, 2009). De acordo com Romeiro (2003), foi nesse contexto, caracterizado por controvérsias sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente, acentuadas também e, principalmente, pela publicação do relatório⁶ do Clube de Roma⁷ que pregava o crescimento zero como forma de evitar a catástrofe ambiental, que surge o conceito de desenvolvimento sustentável.

A essência do desenvolvimento sustentável é encontrar um equilíbrio entre crescimento econômico e preservação dos recursos naturais. No Relatório Brundtland⁸ o conceito é definido, essencialmente, como aquele que satisfaz às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades.

⁶ MEADOWS, D. L. et al. *Limites do crescimento - um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade*. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1972.

⁷ Fundado em 1968 (www.clubofrome.org).

⁸ O Relatório intitulado *Our Common Future* foi publicado em 1987 pela *World Commission on Environment and Development*. Segundo Feldmann (2003, p. 144), o Relatório “adquiriu tamanha importância porque, em meados da década de 1980, foram divulgadas imagens de satélite revelando o ‘buraco da camada de ozônio’ sobre a Antártida”, o que eliminou as dúvidas sobre o impacto planetário das ações da humanidade. Os resultados do Relatório estimularam a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Rio-92, em 1992.

Essa definição contém dois conceitos-chave: o conceito de necessidades, em particular as necessidades essenciais das pessoas pobres, as quais devem ser dadas prioridade absoluta; e a ideia de limitações impostas pelo estado da tecnologia e da organização social sobre a capacidade do meio ambiente para atender às necessidades atuais e futuras (WCED, 1987).

Os objetivos do desenvolvimento econômico e social devem ser definidos em termos de sustentabilidade em todos os países, sejam desenvolvidos ou em desenvolvimento. Dessa forma, o desenvolvimento envolve uma transformação progressiva da economia e da sociedade. Os padrões de vida que vão além do mínimo básico só serão sustentáveis se os padrões de consumo de todos os lugares levarem em conta a sustentabilidade a longo prazo, ou seja, o desenvolvimento sustentável requer a promoção de valores que estimulem padrões de consumo que estão dentro dos limites ecológicos e para o qual todos possam razoavelmente almejar (WCED, 1987).

Conforme o Relatório Brundtland, o desenvolvimento sustentável exige que a sociedade satisfaça as necessidades humanas através do aumento do potencial produtivo e da garantia de oportunidades iguais para todos. Para isso, o desenvolvimento sustentável não deve pôr em risco os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: a atmosfera, a água, o solo e os seres vivos (WCED, 1987).

Quanto aos recursos não-renováveis, como combustíveis fósseis e minerais, seu uso reduz o estoque disponível para as gerações futuras. Porém, isso não significa que tais recursos não devam ser utilizados. Segundo o Relatório, a taxa de depleção deve levar em conta o caráter crítico do recurso, a disponibilidade de tecnologias que minimizem a diminuição e a probabilidade de haver substitutos disponíveis. Desse modo, a Terra não deve ser degradada além da recuperação razoável; a taxa de depleção e a ênfase na reciclagem e economia de utilização devem ser ajustadas para garantir que o recurso não se esgote antes de estarem disponíveis substitutos aceitáveis (WCED, 1987).

Segundo Romeiro (2003), no debate acadêmico, as opiniões se dividem entre duas correntes de interpretação do desenvolvimento sustentável: sustentabilidade fraca e sustentabilidade forte. O conceito de sustentabilidade fraca defende a substituição perfeita entre capital, trabalho e recursos naturais e, portanto, a suposição de que os limites impostos pela disponibilidade de recursos naturais podem ser superados pelo progresso técnico que os substitui por capital ou trabalho. Isto é, o sistema econômico é visto como suficientemente grande para que a disponibilidade de recursos naturais se torne apenas uma restrição relativa à sua expansão, superável pelo progresso tecnológico; não se reconhecem as características

únicas de determinados recursos naturais que, por não serem produzidos, não podem ser substituídos pela ação humana.

A abordagem de sustentabilidade forte entende o capital artificial e o capital natural como essencialmente complementares. O progresso científico e tecnológico é considerado fundamental para aumentar a eficiência na utilização dos recursos naturais renováveis e não-renováveis, ideia compartilhada com a primeira convicção de que é possível estabelecer uma estrutura regulatória baseada em incentivos econômicos capaz de aumentar a eficiência. No entanto, a visão de sustentabilidade forte discorda em relação à capacidade de superação indefinida dos limites ambientais globais e às perspectivas de substituição de capital natural por artificial. (ROMEIRO, 2003; MAY, 1998).

De acordo com Tolmasquim (1998), a noção de desenvolvimento sustentável implica a gestão e manutenção de um estoque de recursos e de fatores a uma produtividade ao menos constante, reconhecendo-se os direitos entre gerações e entre países. Este estoque abrange o estoque de capital “artificial”, que inclui o conjunto de fatores de produção produzidos pelo homem, e o capital “natural”, ou seja, os recursos renováveis e não-renováveis (água, solos, flora, fauna, etc).

Sendo o capital “natural” indispensável e insubstituível, a produção de bens “artificiais” somente acarretaria um fluxo de renda ao menos constante se estes bens pudessem garantir as mesmas funções que os recursos naturais e sob a suposição de que existe uma perfeita substituição entre os componentes artificiais e naturais. Isto implicaria uma ausência de limites técnicos a essa substituição; no entanto, segundo Tolmasquim (1998), inúmeros recursos naturais não têm nenhum substituto artificial. O autor defende que é necessário, para cada geração, assegurar a manutenção do meio ambiente num estado global que não seja degradado de maneira efetiva em relação ao estado em que o meio ambiente foi recebido pelas gerações precedentes.

No modelo proposto por Barbier e Markandya (1990 apud TOLMASQUIM, 1998), o objetivo da sustentabilidade é traduzido sob a forma de três restrições: a extração de recursos esgotáveis deve ser feita a uma taxa que permita sua substituição por recursos equivalentes; a exploração de recursos renováveis deve ser realizada a uma taxa compatível com sua renovação; e a emissão de rejeitos deve ser compatível com a capacidade ecológica de assimilação.

A Conferência Mundial da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92, foi o marco para a definição de desenvolvimento sustentável. Para Feldmann (2003), os resultados formais da Conferência são fundamentais por representarem o reconhecimento da

gravidade dos problemas a serem enfrentados. A Agenda 21, um dos documentos mais importantes relacionados ao tema de desenvolvimento sustentável, foi assinada durante a Conferência; nela estão previstas iniciativas e ações a serem implementadas num período de poucos anos, com o objetivo de transformar o desenvolvimento de então no desenvolvimento sustentável, no início do novo milênio, motivo pelo qual se chama 21.

2.3.1 A Agenda 21 e a questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU)

Durante a Rio-92, milhares de representantes de mais 170 países (THOMAS e CALLAN, 2010) participaram para discutir questões referentes ao desenvolvimento sustentável. A agenda 21, um dos documentos produzidos na Rio-92, esboça em 40 capítulos o roteiro para ações mundiais em direção ao desenvolvimento sustentável. O documento trata de praticamente todos os grandes problemas, dos padrões de produção e consumo à luta para erradicar a pobreza e às políticas de desenvolvimento sustentável, ao passar por temas como dinâmica demográfica, proteção à saúde, saneamento básico, eficiência energética, poluição urbana, transferência de tecnologia dos países ricos para os pobres, resíduos e outras questões (NOVAES, 2003).

A agenda 21 acaba retomando uma discussão teórica sobre as relações entre economia, crescimento econômico e o conceito de consumo. De acordo com Feldmann (2003), o consumo da vida contemporânea tem se dado de tal maneira que traz novas dinâmicas e dificuldades na sua compreensão. O problema não é o consumo em si, mas os padrões e efeitos, sobretudo no que se refere às pressões sobre o meio ambiente e ao atendimento das necessidades básicas humanas. Por um lado, o consumo abre oportunidades para o atendimento das necessidades individuais de alimentação, habitação e outras relacionadas ao bem-estar material que permitem às pessoas viverem com dignidade. No entanto, esse consumo se desenvolve num ritmo e perfil de desigualdade, além de haver um componente cultural caracterizado pela fixação de padrões sociais de consumo⁹ que não são sustentáveis, marcados pelo uso de produtos descartáveis e pelo desperdício de produtos.

⁹ A ênfase na mudança de padrões de consumo não sustentáveis estimulou o surgimento da proposta de “consumo sustentável”. Esta proposta não se limita às inovações tecnológicas e às mudanças nas escolhas individuais de consumo, mas enfatiza as ações coletivas e mudanças políticas, estimulando, por exemplo, o uso de transporte coletivo e a construção de relações mais solidárias entre diversos setores sociais, como produtores, comerciantes e consumidores (MMA e MEC, 2005).

A complexidade do problema do consumo se reflete na discussão ambiental, especialmente na questão dos resíduos gerados por esse consumo exacerbado. Segundo Strauch (2008), o aumento da quantidade de resíduos reflete a velocidade com que o ser humano retira os recursos da natureza sem repor, consumindo parte deles e transformando o restante em sobras com características prejudiciais, superando a capacidade de absorção e reposição da natureza.

Na Agenda 21, o capítulo 4 – Mudança dos padrões de consumo – discute a promoção de padrões de consumo e produção que reduzam as pressões ambientais e atendam às necessidades básicas da população e, também, o desenvolvimento da melhor forma de se implementar padrões de consumo sustentáveis. Como forma de ação é incentivada, entre outras, a redução ao mínimo da geração de resíduos, através do estímulo à reciclagem no nível de processos industriais, à redução do desperdício de embalagens de produtos, e à introdução de novos produtos ambientalmente saudáveis (UNCED, 1992).

Além do capítulo 4, outros capítulos da Agenda 21 abordam questões relacionadas aos resíduos. O capítulo 20 tem como tema o manejo ambientalmente saudável dos resíduos perigosos¹⁰, o qual deve ser estimulado por meio da prevenção e redução ao mínimo dos resíduos perigosos e do fortalecimento da capacidade institucional do manejo desses resíduos. O manejo seguro e ambientalmente saudável dos resíduos radioativos é debatido no capítulo 22.

No capítulo 30, que trata do fortalecimento do papel do comércio e da indústria, reconhece-se 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 negativos e são difíceis de reciclar. Em vista disso, defende-se que tais processos precisam ser substituídos por tecnologias e práticas de manejo que reduzam ao mínimo os resíduos ao longo do ciclo de vida do produto.

Os resíduos associados ao tema desta dissertação são abordados no capítulo 21 da Agenda: Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos. Entendem-se como resíduos, no capítulo 21, todos os restos domésticos e resíduos não perigosos, tais como resíduos comerciais e institucionais, o lixo da rua e os entulhos de construção.

¹⁰ Resíduos perigosos são aqueles que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, apresentam riscos à saúde pública, tais como pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes (MONTEIRO et al., 2001; MMA, MEC, 2005).

Conforme a Agenda 21, o manejo desses resíduos deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros e buscar resolver a causa fundamental do problema, ou seja, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. A estrutura de ação necessária para alcançar essas finalidades deve apoiar-se em uma hierarquia de objetivos e centrar-se em quatro principais áreas de programas, a saber: redução ao mínimo de resíduos; aumento da reutilização e reciclagem ambientalmente saudáveis dos resíduos; promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos; e ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos.

A existência de padrões de produção e consumo não sustentáveis está aumentando a quantidade e a variedade dos resíduos no meio ambiente. De acordo com a Agenda 21, seguindo essa tendência, a quantidade de resíduos produzidos pode quadruplicar ou quintuplicar até o ano 2025. Tal resultado torna necessária uma abordagem preventiva do manejo de resíduos centrada na transformação do estilo de vida e dos padrões de produção e consumo, a qual oferece as maiores possibilidades de inverter o sentido da tendência e de se atingir o objetivo da primeira área, redução ao mínimo de resíduos.

O esgotamento dos locais de despejo, a aplicação de controles ambientais mais rigorosos no depósito de resíduos e o aumento da quantidade de resíduos contribuíram para o rápido aumento dos custos dos serviços de depósitos de resíduos. Com isso, a reciclagem dos resíduos e a recuperação dos recursos ficam cada dia mais rentáveis. A Agenda 21 defende que os futuros programas de resíduos devem aproveitar ao máximo as abordagens de controle de resíduos baseadas no rendimento dos recursos, aumentando ao máximo a reutilização e a reciclagem ambientalmente saudáveis dos recursos.

Mesmo quando os resíduos são minimizados, algum resíduo sempre resta. Todas as descargas de resíduos, mesmo depois de tratadas, produzem algum impacto residual no meio ambiente que as recebe. Portanto, conforme a Agenda 21, deve-se conceder a devida prioridade ao tratamento e depósito de materiais devido à ameaça que representam para a saúde humana, promovendo o depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos.

Segundo a Agenda 21, pelo menos 5,2 milhões de pessoas, entre elas 4 milhões de crianças menores de cinco anos, morrem a cada ano devido a enfermidades relacionadas com os resíduos. As consequências de um manejo pouco adequado para a saúde e o meio ambiente, especialmente graves no caso da população urbana pobre, ultrapassam o âmbito dos estabelecimentos carentes de serviços e aparecem na contaminação e poluição da água, da terra e do ar. Dessa forma, a ampliação e o melhoramento dos serviços de coleta e depósito de resíduos com segurança são decisivos para alcançar o controle dessa forma de contaminação.

De acordo com a Agenda 21, as quatro áreas de programas estão correlacionadas e se apoiam mutuamente, logo devem estar integradas com o objetivo de constituir uma estrutura ampla e ambientalmente saudável para o manejo de resíduos sólidos municipais. As áreas de programas também se relacionam estritamente com outras áreas apresentadas na Agenda 21, tais como a proteção da qualidade e da oferta dos recursos de água doce, a promoção do desenvolvimento sustentável dos estabelecimentos humanos, a proteção e promoção da salubridade e a mudança dos padrões de consumo.

Em resumo, na Agenda 21 foi formalizada a preocupação mundial com a gestão dos resíduos sólidos. No documento foi apresentada a estrutura de ação necessária para que se aplique o manejo ambientalmente saudável de resíduos sólidos no mundo, além de metas a serem cumpridas. No Brasil, o tema ganhou maior atenção com a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). No capítulo 3 é apresentada a PNRS e os principais conceitos, classificações e questões referentes aos RSU.

3 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)

O crescimento populacional junto à intensa urbanização e mudança de hábitos da população aumentou o consumo e a consequente geração de resíduos nas cidades, além da existência cada vez menor de áreas disponíveis para a disposição desses materiais. Há uma constante pressão degradadora sobre os recursos naturais, através da extração de matérias-primas e da produção de resíduos, que não retornam ao ciclo natural, transformando-se em matérias-primas, e tornam-se um risco ao meio ambiente e à população (MMA e MEC, 2005).

O aumento da quantidade e variedade de resíduos no meio ambiente, pela existência de padrões de produção e consumo não sustentáveis, fez com que a questão dos resíduos sólidos adquira-se importância mundial, tornando-se tema de preocupação para os administradores públicos em todas as regiões.

Para Monteiro et al. (2001), o tema da limpeza urbana vem assumindo papel de destaque entre as crescentes demandas da sociedade brasileira, fazendo com que vários setores governamentais comecem a se mobilizar para enfrentar o problema; seja pelos aspectos ligados à veiculação de doenças e, portanto, à saúde pública; seja pela contaminação de cursos d'água e lençóis freáticos; seja pelas questões sociais ligadas aos catadores, em especial às crianças que vivem nos lixões; ou ainda, pelas pressões advindas de atividades turísticas.

Apesar de a preocupação envolver diversos problemas ambientais, econômicos e sociais decorrentes de um mau gerenciamento de resíduos, nos últimos anos foram revelados aspectos positivos que podem surgir através do gerenciamento adequado, tais como a geração de energia e renda, inclusão social e recuperação ambiental. Neste capítulo são apresentados os principais conceitos, classificações e questões referentes ao tema resíduos sólidos urbanos.

3.1 Resíduos: conceituação e classificações

O conceito de lixo e resíduo, segundo Calderoni (1999), depende de fatores jurídicos, econômicos, ambientais, sociais e tecnológicos, podendo variar conforme a época e o lugar.

Dessa forma, a definição e conceituação dos termos “lixo” e “resíduo” diferem de acordo com a situação em que são aplicadas.

Para Calderoni (1999, p. 49), “lixo é todo o material inútil. Designa todo material descartado posto em lugar público. Lixo é tudo aquilo que se ‘joga fora’. É o objeto ou a substância que se considera inútil ou cuja existência em dado meio é tida como nociva”. Resíduos são sobras ou restos dos processos produtivos, geralmente industriais. No entanto, o Calderoni (1999) afirma que, na linguagem usual, o termo resíduo é tido como sinônimo de lixo.

Na NBR nº 10.004:2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos sólidos são definidos como resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. O Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (MONTEIRO et al., 2001) destaca que, normalmente, os autores de publicações sobre resíduos sólidos se utilizam indistintamente dos termos “lixo” e “resíduos sólidos”. No Manual, o resíduo sólido ou lixo é definido como todo material sólido ou semissólido indesejável e que necessita ser removido em razão de ter sido considerado inútil por quem o descarta.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os rejeitos são aqueles resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Os resíduos sólidos podem ser classificados de várias maneiras, sendo as mais comuns quanto à natureza ou origem e quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente. Quanto à natureza ou origem, os resíduos sólidos são agrupados em cinco classes, de acordo com Monteiro et al. (2001), a saber:

- Lixo doméstico ou residencial
- Lixo comercial
- Lixo público
- Lixo domiciliar especial: entulhos de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus.
- Lixo de fontes especiais: lixo industrial, lixo radioativo, lixo de portos, aeroportos e terminais, lixo agrícola e resíduos de serviços de saúde.

Quanto aos riscos potenciais, os resíduos são classificados conforme o quadro 3.

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.
Classe II ou não inertes	São os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando nas classificações de resíduos Classe I –Perigosos – ou Classe III – Inertes.
Classe III ou inertes	São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, e que, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10.007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8 (Anexo H da NBR 10.004), excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

Quadro 3 - Classificação dos resíduos sólidos quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente.

Fonte: MONTEIRO et al. (2001).

Segundo a PNRS, os resíduos sólidos urbanos, foco deste trabalho, abrangem os resíduos originários de atividades domésticas em residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana, tais como os de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza. A NBR nº 8419:1992 define os resíduos sólidos urbanos como aqueles gerados num aglomerado urbano, excetuados os resíduos industriais perigosos, hospitalares sépticos e de aeroportos e portos.

3.2 Gestão de resíduos: geração, coleta e destinação final

Segundo Sirkis (2003), no início do século XX apenas 10% da população mundial residia em áreas urbanas; já no começo do século XXI, metade passou a viver em cidades. No Brasil, dados do IBGE [20--] mostram que, em 1940, cerca de 30% da população brasileira vivia em áreas urbanas; em 2000 esse percentual subiu para mais de 80%. O aumento populacional e a crescente urbanização tem como consequência o aumento da geração diária

de resíduos sólidos, fazendo com que seja necessária uma gestão planejada de resíduos, desde a origem até a disposição final.

A partir dos anos 1990, o gerenciamento de resíduos tornou-se um tema de preocupação mundial devido aos problemas com o crescimento contínuo na quantidade de resíduos e o consequente esgotamento de locais para a disposição final e, também, aos problemas gerados pela destinação inadequada. Além do aumento na quantidade gerada, Cohen (2003) chama atenção para mudanças significativas nas características dos resíduos gerados, decorrentes principalmente dos modelos de desenvolvimento adotados e da mudança de padrões de consumo. De acordo com Cohen (2003), a produção de lixo tem sido diretamente associada ao estágio de desenvolvimento¹¹ de uma região, ou seja, quanto mais evoluída, maior o volume e o peso de resíduos e dejetos de todo o tipo. No entanto, há outros fatores que também influenciam a geração de lixo, como variações sazonais e climáticas, hábitos e costumes da população, densidade demográfica, leis e regulamentações específicas.

Cohen (2003) afirma que, em geral, quanto mais desenvolvido o país, menor o percentual de matéria orgânica no lixo, devido ao maior consumo de alimentos industrializados pela população; e maiores os percentuais relativos a plásticos e papéis, como consequência do aumento de embalagens descartáveis para o acondicionamento de alimentos comprados prontos e estocagem, manuseio e transporte por longas distâncias. Nos países mais desenvolvidos também será maior a produção per capita de lixo, já que o consumo de bens aumentando em decorrência de um poder aquisitivo mais elevado, produz maior quantidade de resíduos associados aos bens adquiridos (COHEN, 2003).

Conforme Reis, Fadigas e Carvalho (2005), há uma significativa desigualdade das taxas de geração e composição do lixo entre as diferentes regiões do planeta. Em regiões de alta densidade demográfica e nível de renda elevado (Japão, Europa Ocidental, zonas metropolitanas norte-americanas) e de baixa densidade demográfica e nível de renda elevado (Canadá, países nórdicos, interior dos Estados Unidos) há alta geração per capita de resíduos e alto teor de embalagens. Em regiões de alta densidade demográfica e nível de renda baixo (Índia, China, zonas metropolitanas latino-americanas), a geração per capita de lixo é considerada média, com alto teor de alimentos e médio teor de embalagens. Nas regiões com baixa densidade demográfica e nível de renda baixo (África e zonas rurais da América Latina)

¹¹ O conceito de desenvolvimento faz referência às noções de modo de vida, padrão de consumo e escolha tecnológica. Um estilo de desenvolvimento se traduzirá pela escolha de estratégias globais de desenvolvimento, assim como de políticas de curto, médio e longo prazos, apropriadas aos diversos setores da vida econômica e social: política industrial, energética, ambiental, agrícola, habitacional, de transportes e tecnológica (COHEN, 2003).

há baixa geração per capita de resíduos, com alto teor de alimentos (REIS, FADIGAS e CARVALHO, 2005).

O Banco Mundial apresenta parâmetros para classificar a composição gravimétrica do lixo urbano, que traduz a participação dos diferentes materiais no peso total do lixo gerado, em função da renda per capita de um determinado país (COHEN, 2003). Verifica-se, por exemplo, que, enquanto a quantidade de vidro cresce com o poder aquisitivo, a matéria orgânica se comporta de maneira inversa. Logo, Cohen (2003) afirma que há certas armadilhas ao se caracterizar o grau de desenvolvimento de uma região apenas através do nível de produção média de resíduos per capita por dia, há outros fatores que devem ser considerados e, nesse sentido, a composição dos resíduos seria essencial para uma análise mais detalhada.

No Brasil, a geração de RSU registrou crescimento de 1,3% de 2011 para 2012, índice percentual superior à taxa de crescimento da população urbana, que foi de 0,9% no mesmo período. Apesar da maior geração, houve um aumento de 1,9% na quantidade coletada de RSU em 2012. Dessa forma, comparando-se os índices de crescimento de geração e de coleta, percebe-se que o último foi ligeiramente superior ao primeiro, o que evidencia uma ampliação na cobertura dos serviços de coleta de RSU no país (ABRELPE, 2012).

Embora a composição do RSU coletado no Brasil seja bastante diversificada nas diferentes regiões, por estar diretamente relacionada aos aspectos sociais, econômicos, geográficos e climáticos, de acordo com a Abrelpe (2012), a maior parte dos RSUs coletados no país é composta por matéria orgânica. Os materiais recicláveis somam 31,9%, conforme a composição gravimétrica média dos RSUs coletados no Brasil, apresentada na tabela 1.

Tabela 1 - Participação dos materiais no total de RSU coletado no Brasil.

Material	Participação (%)
Metais	2,9
Papel, papelão e TetraPak	13,1
Plástico	13,5
Vidro	2,4
Matéria Orgânica	51,4
Outros	16,7
Total	100

Fonte: ABRELPE (2012, p.30).

O aumento na geração de resíduos e sua má gestão causam problemas econômicos, sociais, sanitários e ambientais. Tais consequências negativas podem ser: custos cada vez mais altos para a coleta, tratamento e disposição final do lixo; dificuldade para encontrar áreas disponíveis para sua disposição final; desperdício de matérias-primas; contaminação do solo, ar e água; proliferação de vetores transmissores de doenças; enchentes; e degradação ambiental (MMA e MEC, 2005). Para Abreu (2001), o volume de lixo gerado, mais do que poluição, significa desperdício de recursos naturais e energéticos para a produção de bens.

A disposição inadequada dos resíduos coloca em risco o meio ambiente e a saúde pública. Os lixões atraem insetos, aves, ratos e outros animais que podem disseminar, direta ou indiretamente, várias doenças; pelo aspecto imobiliário, os lixões depreciam os imóveis vizinhos; em relação à questão social, os lixões ainda se tornam um meio de vida para parte da população, que tira seu sustento da catação de lixo nesses locais, trabalhando em condições indignas e insalubres; além desses aspectos, pode haver contaminação da água, dos solos e do ar pelo chorume e por gases tóxicos, como o metano (CH_4) e o dióxido de carbono (CO_2), gerados pela degradação dos resíduos sólidos (MMA e MEC, 2005).

Informações da Abrelpe (2012) indicam que cerca de 58% do total de resíduos urbanos coletados no Brasil é destinado para aterros sanitários. Porém, o restante, aproximadamente 23,7 milhões de toneladas, segue para locais inadequados, como lixões ou aterros controlados, os quais não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

Para Reis, Fadigas e Carvalho (2005), um dos maiores problemas na geração de lixo em grande quantidade é a falta de locais apropriados para a disposição final, pois, embora a geração de lixo e a população estejam aumentando, as áreas para a deposição de resíduos não se expandem de acordo com as necessidades reais. Como consequência, as cidades precisam, muitas vezes, exportar seu lixo para áreas de municípios vizinhos ou, em diversas situações, utilizam áreas não adequadas como depósitos temporários que, com o tempo, se tornam permanentes (REIS, FADIGAS E CARVALHO, 2005).

Reis, Fadigas e Carvalho (2005) também discorrem sobre os problemas sociais relacionados à geração de lixo, dentre os quais está a atração de pessoas de baixa renda que buscam uma forma de sustento por meio do lixo. Os catadores de lixões e ruas ficam expostos a uma gama de moléstias, trabalhando muitas horas por dia, sem acesso à educação e à saúde, comprometendo sua qualidade de vida. Estes trabalhadores, muitas vezes, mobilizam toda a família, inclusive crianças e idosos, afastando a perspectiva de futuro e de melhoria de condições de vida (ABREU, 2001).

Em relação aos aspectos econômicos, a geração de lixo suscita problemas relacionados aos elevados investimentos para recuperação de áreas degradadas, aos altos custos de implantação e operação de aterros, e aos elevados gastos com saúde no tratamento de doenças ocasionadas pela disposição inadequada do lixo (REIS, FADIGAS E CARVALHO, 2005).

Devido aos problemas relacionados com a má gestão dos resíduos sólidos, foi criada, no Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que busca consolidar algumas normas no gerenciamento de resíduos sólidos em cada município do país. Na seção 3.3 são apresentadas as principais ideias e objetivos desta Política.

3.3 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A gestão dos resíduos sólidos não vinha recebendo a devida atenção do setor público no Brasil até a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305/2010 – em 2010. A PNRS representa um avanço fundamental no que diz respeito à regulamentação dos RSU no país.

A Lei nº 12.305/2010 faz a distinção entre resíduo (lixo que pode ser reaproveitado ou reciclado) e rejeito (aquilo que não é passível de reaproveitamento) e define as diretrizes e ações para a gestão integrada e adequada dos resíduos sólidos. Além disso, determina a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e responsáveis pela limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos sobre a minimização do volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, objetivando reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).

De acordo com a Política, na gestão e gerenciamento dos 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. Para consolidar a busca pela gestão adequada dos resíduos sólidos, a PNRS determina a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com metas de redução, reutilização e reciclagem visando reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final (BRASIL, 2010).

Conforme a previsão da Lei nº 12.305/2010, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de vinte anos, a ser atualizado a cada quatro anos, deve ter como conteúdo mínimo:

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 (BRASIL, 2010).

Além do Plano elaborado pela União, os Estados também devem estabelecer seus respectivos Planos Estaduais 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 municípios, os Planos Municipais de Resíduos Sólidos são condições para que estes tenham acesso a recursos da União destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Segundo a publicação “Política Nacional de Resíduos Sólidos: Agora é lei” do Cempre [201-], com a Política Nacional de Resíduos Sólidos a tarefa das prefeituras ganha uma base mais sólida, dentro de um conjunto de responsabilidades que tem o potencial de mudar o panorama do lixo no Brasil. Tantos os governos municipais como estaduais têm prazo de dois anos para elaborar seus planos de resíduos sólidos, com diagnóstico da situação do lixo e metas para redução e reciclagem. O prazo para erradicar as áreas insalubres nos municípios, os lixões, é de quatro anos, ou seja, até agosto de 2014. Com essas mudanças, a cena comum no Brasil dos lixões a céu aberto, com riscos ao meio ambiente e à saúde, estaria com os dias contados.

A Lei nº 12.305/2010 passou a exigir a colocação dos rejeitos em aterros que seguem normas ambientais, proibindo a catação, a criação de animais e a instalação de moradias nessas áreas. Além disso, as prefeituras devem implantar a coleta seletiva de lixo reciclável

nas residências e sistemas de compostagem para resíduos orgânicos com o objetivo de reduzir a quantidade conduzida para os aterros, gerando benefícios ambientais e econômicos (CEMPRE, [201-]).

As providências tomadas pelos municípios fazem parte da ideia de gerenciamento integrado do lixo, que envolve distintas soluções, como a reciclagem e a disposição dos rejeitos em aterros que seguem critérios ambientais (CEMPRE, [201-]). No quadro 4 constam as principais mudanças esperadas com a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

	Antes	Depois
Em relação ao Poder Público	Falta de prioridade para o lixo urbano	Municípios farão plano de metas sobre resíduos com participação dos catadores
	Existência de lixões na maioria dos municípios	Os lixões precisam ser erradicados em 4 anos
	Resíduo orgânico sem aproveitamento	Prefeituras passam a fazer a compostagem
	Coleta seletiva cara e ineficiente	É obrigatório controlar custos e medir a qualidade do serviço
Em relação aos catadores	Exploração por atravessadores e riscos à saúde	Catadores reduzem riscos à saúde e aumentam renda em cooperativas
	Informalidade	Cooperativas são contratadas pelos municípios para coleta e reciclagem
	Problemas de qualidade e quantidade dos materiais	Aumenta a quantidade e melhora a qualidade da matéria prima reciclada
	Falta de qualificação e visão de mercado	Trabalhadores são treinados e capacitados para ampliar produção
Em relação às empresas	Inexistência de lei nacional para nortear os investimentos das empresas	Marco legal estimulará ações empresariais
	Falta de incentivos financeiros	Novos instrumentos financeiros impulsionarão a reciclagem
	Baixo retorno de produtos eletroeletrônicos pós-consumo	Mais produtos retornarão à indústria após o uso pelo consumidor
	Desperdício econômico sem a reciclagem	Reciclagem avançará e gerará mais negócios com impacto na geração de renda
Em relação à população	Não separação do lixo reciclável nas residências	Consumidor fará separação mais criteriosa nas residências
	Falta de informação	Campanhas educativas mobilizarão moradores
	Falhas no atendimento da coleta municipal	Coleta seletiva melhorará para recolher mais resíduos
	Pouca reivindicação junto às autoridades	Cidadão exercerá seus direitos junto aos governantes

Quadro 4 - O que muda com a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Fonte: CEMPRE [201-].

Conforme o quadro 4, pelas normas trazidas pela Lei nº 12.305/2010, são esperadas mudanças positivas nas ações de todos os agentes que participam da gestão de resíduos. Dentro do conceito de responsabilidade compartilhada, introduzido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, há grande expectativa sobre a prática da logística reversa – termo cada vez mais presente no vocabulário da reciclagem –, que promete marcar a ação das empresas e a gestão de lixo no Brasil com a recuperação de matérias após o consumo, dando continuidade ao ciclo de vida como insumo para a fabricação de novos produtos (CEMPRE, [201-]).

Um passo importante no gerenciamento de resíduos para se atingir os objetivos de reciclagem é a existência de coleta seletiva em cada município brasileiro. O funcionamento deste tipo de coleta é apresentado na próxima seção.

3.4 Coleta Seletiva

A coleta seletiva foi definida pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº. 12.305/2010 – como a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. A coleta deve ser implementada pelos municípios como instrumento essencial para se atingir a meta de disposição final ambientalmente adequada.

Com a coleta seletiva os materiais recicláveis são separados na origem, onde os resíduos são gerados e, logo, transportados e destinados para a reciclagem. Segundo Abreu (2001), esse tipo de coleta facilita e estimula a reciclagem, pois os materiais coletados separadamente, por estarem mais limpos, têm maior potencial de aproveitamento no mercado.

Como iniciativas de coleta seletiva podem ser consideradas a coleta seletiva de porta em porta, a existência de postos de entrega voluntária (PEV) e a existência de cooperativas de catadores (MONTEIRO, 2001). É importante um trabalho conjunto entre prefeitura e trabalhadores informais na hora de se implantar um programa de coleta seletiva. Conforme Abreu (2001), muitas vezes ocorre de as prefeituras, ao implantarem a coleta, criarem um novo programa que ignora a coleta realizada pelos catadores, passando a concorrer com eles, que perdem sua fonte de sobrevivência, aumentando os problemas sociais.

Dos 5.565 municípios que constam na pesquisa da Abrelpe, 59,8% indicaram a existência de iniciativas de coleta seletiva. Ainda que a quantidade de municípios com atividades de coleta seletiva seja significativa, é importante considerar que, muitas vezes, tais

atividades resumem-se na disponibilização de pontos de entrega voluntária à população ou na simples formalização de convênios com cooperativas de catadores para a execução dos serviços. A região com maior porcentagem de municípios que declararam possuir iniciativas de coleta seletiva é a Região Sudeste, com 80,5%, seguida pela Região Sul, na qual 79,5% dos municípios possuem iniciativas desse tipo de coleta (ABRELPE, 2012).

Segundo o IPEA (2010), as cidades maiores têm, em geral, maior nível de organização da coleta de resíduos, maior nível de consciência sobre a coleta seletiva e maior nível de consumo de matérias recicláveis. Logo, espera-se que o peso per capita da coleta seletiva seja maior nesses municípios. Essa informação é corroborada pelos dados da pesquisa da Abrelpe (2012), que mostram que as iniciativas de coleta seletiva estão mais presentes nos municípios com maior número de habitantes (Figura 2).

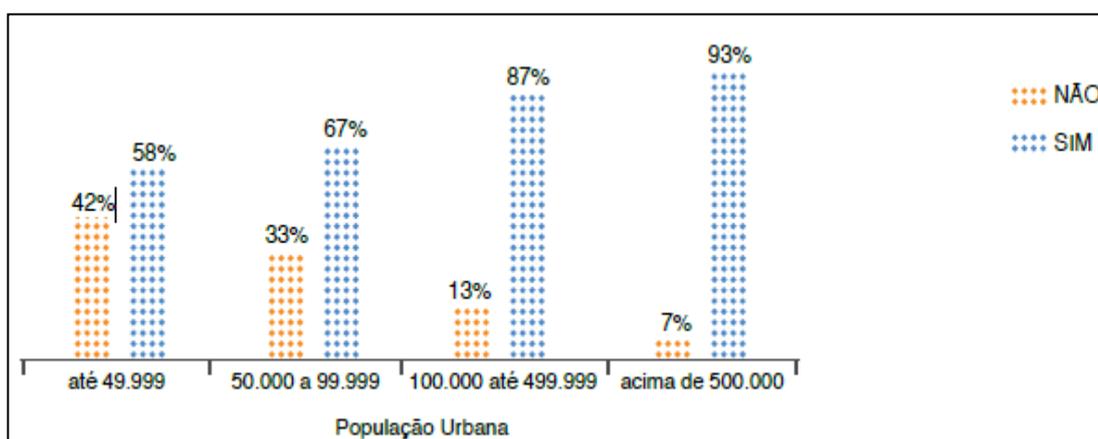


Figura 2 - Existência de iniciativas de Coleta Seletiva por faixas de população.

Fonte: ABRELPE (2012).

Conforme a pesquisa Ciclossoft do Cempre (2012), o material reciclável mais coletado por sistemas municipais de coleta seletiva é o papel/papelão, seguido dos plásticos em geral, vidros, metais e embalagens longa vida, de acordo com a figura 3. No entanto, a porcentagem de rejeito presente nos materiais coletados pela coleta seletiva ainda é elevada, mostrando ser necessário investir em comunicação para que a população separe o lixo corretamente.

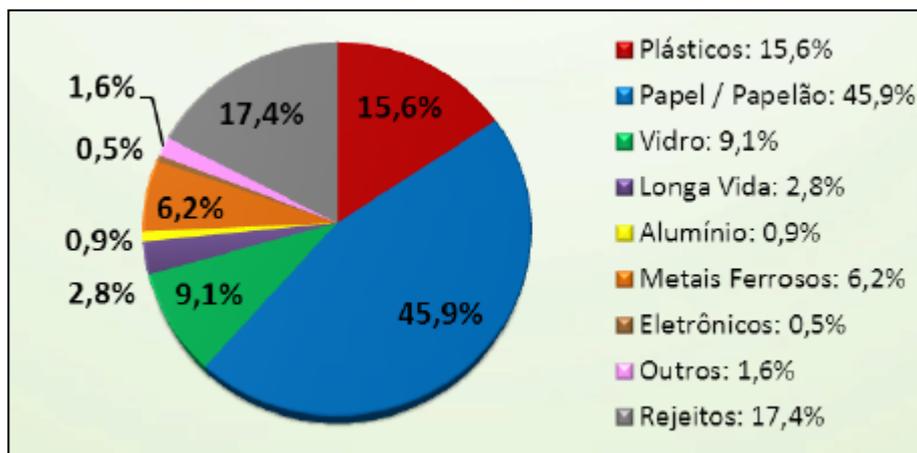


Figura 3 - Média da composição gravimétrica da Coleta Seletiva brasileira em 2012.

Fonte: CEMPRE (2012).

A coleta representa um dos principais custos no sistema de gestão de resíduos, e quando a coleta é seletiva os custos são ainda maiores. Dados do Cempre (2012) revelam que, no Brasil, o custo da coleta seletiva é, em média, 4,5 vezes maior que o custo da coleta convencional. Enquanto o custo médio da coleta regular de RSU é de US\$ 47,5 (R\$ 95,00), a coleta seletiva custa, em média, US\$ 212,00 (R\$ 424,00)¹².

Strauch (2008) e Motta (2006) defendem que o custo maior com a coleta seletiva pode ser justificado pelos custos ambientais evitados com o reaproveitamento. Ainda segundo Strauch (2008), parte dos custos evitados se dá pela redução na intensidade do processo de triagem, que faz com que se obtenha qualidade e preço de venda melhores para os produtos vendidos, além do alcance de maiores percentuais de reciclagem. Portanto, a coleta seletiva apresenta vantagens econômicas frente à coleta convencional que devem compensar o aumento nas despesas.

3.5 Solução para o problema do lixo: a reciclagem

Devido ao aumento na geração de resíduos sólidos urbanos e visando-se a preservação de um ambiente sustentável, os resíduos devem passar por processos de reutilização,

¹² O valor para conversão em reais utilizado pelo Cempre foi de US\$ 1,00 = R\$ 2,00 (CEMPRE, 2012).

reciclagem ou outro tipo de tratamento sempre que possível antes de serem dispostos. A implantação da coleta seletiva nas cidades é fundamental para as ações que atendem o princípio de hierarquia na gestão de resíduos, dentre os quais se inclui a reciclagem.

A reciclagem envolve a separação dos resíduos pelas pessoas, a coleta, a triagem e o envio do material recolhido à indústria para que seja transformado em nova matéria-prima. De acordo com o PNRS, a reciclagem é o processo de transformação que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos. Segundo a Lei 12.305/2010, antes de se realizar a reciclagem, é preciso obedecer a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução e reutilização (BRASIL, 2010).

O princípio dos Três Erres (3R's), estabelecido pela Agenda 21, também aponta um caminho para a solução do problema do lixo: reduzir, reutilizar e reciclar. Segundo o Manual de Consumo Sustentável (MMA e MEC, 2005), reduzir significa consumir menos produtos e preferir aqueles que ofereçam menor potencial de geração de resíduos e tenham maior durabilidade, em ações como, por exemplo, utilizar pilhas recarregáveis, evitar empacotamentos desnecessários e substituir copos descartáveis por aqueles laváveis; reutilizar é dar um novo uso ao material já utilizado, como, por exemplo, reutilizar embalagens e potes de vidro ou plástico e usar o outro lado de folhas de papel já utilizadas para rascunho; e reciclar envolve a transformação dos materiais em um novo produto.

Hinrichs e Kleinbach (2003) também defendem a redução na quantidade de lixo produzido e a instituição de programas de reciclagem mais vigorosos para solucionar o problema dos resíduos sólidos municipais. No entanto, segundo os autores, a primeira opção, apesar de parecer óbvia, é difícil de ser implementada; por outro lado, programas de reciclagem podem trazer benefícios econômicos, decorrentes da economia com matérias-primas, e ambientais.

Apesar de a reciclagem ser vista como uma solução para o grande volume de resíduos gerados, Reis, Fadigas e Carvalho (2005) igualmente afirmam que é importante considerar a prevenção e minimização de resíduos, além da reciclagem. Para os autores, o conceito de minimização de resíduos engloba na indústria a reutilização, a reciclagem e a redução da geração de resíduos; em relação aos resíduos urbanos, a minimização se dá pela redução na fonte, reutilização, reciclagem de materiais, incineração e compostagem de resíduos.

Conforme a Abrelpe (2012), os setores industriais que mais possuem participação nas atividades de reciclagem no país são os de alumínio, papel, plástico e vidro. Segundo a pesquisa, nos últimos três anos, os índices de reciclagem desses materiais apresentaram-se

estáveis no volume de reciclagem, sendo que, de 2009 a 2011, os índices de plástico (PET), alumínio (latas), papel e vidro foram de cerca de 57%, 38%, 45% e 47%, respectivamente (ABRELPE, 2012).

Motta (2006) alega que a expansão do mercado de reciclagem no Brasil depende fundamentalmente da relação de custos entre a matéria-prima virgem e a matéria-prima secundária, proveniente do lixo reciclado. Isto é, o valor da matéria-prima virgem resulta do seu custo de extração, da escassez das suas reservas e de seus custos de processamento, principalmente de energia. Por outro lado, o custo do material reciclável depende do seu custo de coleta, separação, beneficiamento e transporte. Portanto, quanto maior o custo da matéria-prima virgem em relação ao custo de substituição por material reciclável, maior será o estímulo econômico para a coleta de resíduos e as possibilidades de absorver os custos de coleta e transporte.

No entanto, para Calderoni (1999) o crescimento do mercado de recicláveis depende de um conjunto de fatores inter-relacionados, como o chamado imperativo da proteção ambiental, ou seja, a emergência em solucionar o problema da disposição dos resíduos, o aumento dos índices de reciclagem, o aumento da produção, a expansão da coleta seletiva, a pressão social, particularmente a manifestada de modo organizado, ou a instituição de normas de proteção ambiental, tanto pelo Governo como pelo próprio setor privado.

3.5.1 Benefícios da Reciclagem

A reciclagem é uma das alternativas de tratamento de resíduos mais vantajosa, tanto do ponto de vista ambiental, como do econômico e social. Monteiro (2001) cita alguns benefícios da reciclagem que são facilmente identificados, como a preservação dos recursos naturais, a economia de matérias-primas não-renováveis, a economia de energia nos processos produtivos, a economia de transporte (pela redução de material que demanda aterro), o aumento da vida útil dos aterros sanitários, e a geração de emprego e renda.

Segundo o manual do MMA e MEC (2005), a reciclagem reduz o consumo de recursos naturais, poupa energia e água, diminui o volume de lixo e a poluição, e é uma atividade econômica rentável, quando há um sistema de coleta seletiva bem estruturado, gerando emprego e renda para as famílias de catadores de materiais recicláveis. Outro aspecto relevante que deve ser considerado é que a implantação de programas de reciclagem estimula

o desenvolvimento de uma maior consciência ambiental e dos princípios de cidadania por parte da população (MONTEIRO, 2001).

Calderoni (1999) defende que a necessidade e a importância da reciclagem de resíduos decorrem essencialmente de um conjunto de fatores. Conforme o primeiro fator, exaustão de matérias-primas, as reservas de minérios ou petróleo são finitas, dessa forma, além da questão da disponibilidade, há também a questão das divisas necessárias para a obtenção dessas matérias. Os custos crescentes de obtenção de matérias-primas são, também, um fator a considerar, pois, mesmo em situações em que as matérias-primas se achem disponíveis, os custos de extração e transporte tendem a ser crescentes. Isto se dá porque normalmente são exploradas primeiramente as áreas onde a ocorrência mineral ou vegetal apresenta maior acessibilidade e facilidade de obtenção e, também, áreas mais próximas, o que faz com que os custos iniciais de extração e transporte sejam menores (CALDERONI, 1999).

Outro fator é a economia de energia, já que a reciclagem de resíduos pode oportunizar considerável economia de energia nos processos produtivos. A indisponibilidade e custo crescente dos aterros sanitários também tornam a ideia de reciclagem atraente. Os aterros esgotam rapidamente sua capacidade e em muitos municípios já não há mais áreas disponíveis. Nas áreas metropolitanas, principalmente, os preços das áreas onde poderão ser instalados novos aterros cresce velozmente (CALDERONI, 1999).

Além disso, os aterros sanitários são implantados cada vez mais longe, aumentando o custo da coleta de lixo, que tem seu custo acrescido à medida que aumentam as distâncias entre os pontos de coleta e os aterros sanitários. Outro fator é a poluição e prejuízos à saúde pública causada pelos resíduos quando não dispostos corretamente. Quando depositado em lugares inadequados, como córregos e rios, o lixo pode causar enchentes e a proliferação de vetores de moléstias (CALDERONI, 1999).

Outros fatores importantes são a geração de renda e emprego para muitas pessoas através da reciclagem e a redução de custos de produção. Conforme Calderoni (1999), a reciclagem proporciona a redução dos custos com energia, matéria-prima e transporte, diminuindo os custos totais de produção.

De acordo com Calderoni (1999), ao se analisar os benefícios e custos da reciclagem deve-se distinguir as esferas pública e privada. A reciclagem pode ser entendida como um bem público em razão de propiciar a todos um meio ambiente mais saudável. Se ela ocorre, todos dela se beneficiam, até mesmo aqueles que não contribuíram para sua ocorrência. O custo público para se viabilizar a reciclagem, por exemplo, seria a instituição da coleta seletiva de lixo.

Ao mesmo tempo, a reciclagem enseja custos e benefícios privados. Segundo o autor, os principais benefícios privados são apropriados pela indústria recicladora e os custos privados são, por exemplo, os envolvidos nos investimentos (equipamentos, armazéns) requeridos para o processamento realizado pelos sucateiros (CALDERONI, 1999).

Para Reis, Fadigas e Carvalho (2005), o principal benefício da reciclagem está associado aos custos com a disposição final de resíduos, evitados pelo processo de reciclagem, tais como os custos com aterro sanitário, operações de coleta, transporte e transbordo. Além disso, os autores também salientam outros benefícios, não menos significativos, como os ganhos decorrentes da economia de matérias-primas e de recursos hídricos, ganhos com a economia no controle ambiental, e outros ganhos econômicos, tais como o custo da energia produzida evitada, redução da importação de determinadas matérias-primas e aumento da vida útil de determinados equipamentos (REIS, FADIGAS e CARVALHO, 2005).

Em razão de apresentar relevância ambiental, econômica e social, Calderoni (1999) argumenta que a reciclagem de resíduos sólidos possui implicações que se deslocam para 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; e redução de desperdícios.

As vantagens obtidas por meio da reciclagem são muitas, porém as mais evidentes são as geradas pelo uso da matéria-prima secundária. A redução dos custos com energia, matéria-prima e transporte faz com que as unidades produtivas ganhem maior eficiência, reduzindo-se os custos totais de produção. Segundo Calderoni (1999), a produção do papel a partir da reciclagem economiza 71% da energia total necessária, o plástico 78,7%, o alumínio 95%, o aço 74% e o vidro 13%.

De acordo com Calderoni (1999), a economia de energia possível no Brasil através da reciclagem do lixo, em 1996, era da ordem de R\$ 1,3 bilhão, dos quais foram alcançados 26% (R\$ 340 milhões) e perdidos 74% (R\$ 999 milhões) pela não reciclagem. No mesmo período, a economia de matéria-prima¹³ possível no Brasil através da reciclagem do lixo domiciliar era estimada em R\$ 4,2 bilhões de reais, no entanto, apenas 18% (R\$ 0,7 bilhão) foram alcançados e o restante, 82 % (R\$ 3,4 bilhões), foi perdido nos aterros (CALDERONI, 1999).

¹³ Bauxita para a lata de alumínio; barrilha, areia, feldspato e calcário para o vidro; madeira e produtos químicos para o papel; resinas termoplásticas para o plástico; e ferro-gusa para a lata de aço. Conforme Calderoni (1999), o efetivo custo total das matérias-primas acha-se subestimado, valendo os valores apresentados apenas como ordem de grandeza, uma vez que estas são as principais dentro dos respectivos processos de produção.

Ao mesmo tempo em que a reciclagem oferece uma economia de custos para o setor industrial, ela é, também, um fator econômico para as famílias de baixa renda. A venda das matérias-primas secundárias, obtidas com a separação de resíduos, sustenta famílias que possuem essa atividade como geração de renda. Apesar de muitas famílias dependerem do lixo para seu sustento, Strauch (2008) explica que seria um entendimento completamente equivocado afirmar que se deve produzir mais lixo para promover a integração social, ou seja, a renda obtida com o lixo não deve ser vista como solução para a pobreza.

A formação de cooperativas de catadores para atuarem na separação dos materiais de reciclagem é uma opção interessante para municípios que desejam desenvolver seus programas de reciclagem. Para Monteiro (2001), a geração de emprego e renda e o resgate da cidadania dos catadores, que são, em sua maioria, moradores de rua, são algumas das principais vantagens da utilização de cooperativas de catadores. Além disso, há a redução das despesas com os programas de reciclagem e maior organização do trabalho dos catadores, evitando problemas na coleta de lixo e armazenamento de materiais em logradouros públicos.

Outro motivo significativo está na redução de despesas com a coleta, transferência e disposição final dos resíduos separados pelos catadores, que, portanto, não serão coletados, transportados e dispostos em aterro pelo sistema de limpeza urbana. Essa economia pode e deve ser revertida às cooperativas de catadores em forma de investimentos em infraestrutura (galpões de reciclagem, prensas, carrinhos padronizados, elevadores de fardos, uniformes) de modo a permitir a valorização dos produtos no mercado de recicláveis (MONTEIRO, 2001).

É importante que os municípios que optem por esse modelo ofereçam apoio institucional para a formação de cooperativas, sobretudo em relação à cessão de espaço físico, assistência jurídica e administrativa para a legalização das cooperativas. Além do apoio, um dos principais fatores que garantem o fortalecimento de uma cooperativa é a boa comercialização dos materiais recicláveis. Todavia, os preços de comercialização serão melhores quando menos intermediários existirem no processo até o consumidor final, isto é, a indústria; e essas condições dificilmente serão obtidas por pequenas cooperativas, sendo uma boa alternativa a criação de centrais para tentar a negociação direta com as indústrias (MONTEIRO, 2001).

Além dos benefícios econômicos e sociais, existem benefícios da reciclagem difíceis de monetizar, como a preservação dos recursos naturais e redução da poluição. Segundo Strauch (2008), a diminuição da poluição por meio da reciclagem não é fácil de ser convertida em lucro pelo fato de o setor produtivo ainda pagar pouco ou nada pela poluição causada, sendo mais barato poluir do que evitar a poluição. Apesar disso, Calderoni (1999), citando

Powelson (1992), afirma que a produção por meio da reciclagem polui menos que a produção a partir de matérias-primas virgens: a reciclagem do alumínio polui 95% menos o ar e 97% menos a água, a do papel 74% menos o ar e 35% menos a água; a do vidro 20% menos o ar e 50% menos a água.

Apesar da existência de vários benefícios, a meta final de reciclagem, segundo Strauch (2008), dificilmente será 100%, pois isso não seria racional pelos pontos de vista econômico e ambiental. Citando Bohm e Toussaint (1997), Strauch (2008) explica que do ponto de vista econômico, os custos por tonelada de material reciclado aumentam de acordo com o aumento do percentual reciclado, e os impactos ambientais seguem essa mesma tendência. Por exemplo, no caso do papel, seria mais fácil e barato recolher o papel reciclado onde as pessoas já o separam e ele se encontra aglomerado; no entanto, à medida que os percentuais de reciclagem vão se aproximando dos 100%, torna-se necessário ir atrás do papel que se encontra em um sítio distante, gastando mais combustível do que o papel poderá render. Dessa forma, Strauch (2008) defende que não seria viável buscar os 100% de reciclagem, pois a decisão por percentuais de reciclagem precisa atender a racionalidade econômica e ambiental, maximizadora de bem-estar, segundo a microeconomia neoclássica.

3.5.2 A reciclagem do papel/papelão

O papel está entre os produtos que apresentam maior taxa de reciclagem no Brasil. Segundo a Bracelpa (2013), em 2011, 45,5% de todos os papéis que circularam no país foram encaminhados à reciclagem. Nesses dados não estão incluídos a quantidade de aparas¹⁴ de papel reciclável utilizada na fabricação de outros produtos, como telhas, que não são computados nas estatísticas de recuperação.

A taxa de recuperação¹⁵ do papel no Brasil é maior do que em outros países em desenvolvimento, como a China (40%), Rússia (36,4%) e Índia (26%), porém bastante inferior quando comparada à Coreia do Sul (91,6%), à Alemanha (84,8%), ao Japão (79,3%) e ao Reino Unido (78,7%) (CEMPRE, 2013a; ABRELPE, 2012). No entanto, a taxa de recuperação de papéis recicláveis que, após o descarte, são convertidos em novos produtos, vem aumentando no Brasil desde 1990, o que pode ser constatado na figura 4.

¹⁴ Nome genérico dado aos resíduos de papel, industriais ou domésticos.

¹⁵ Taxa de recuperação é a participação da quantidade de aparas consumidas no total de papéis consumidos.

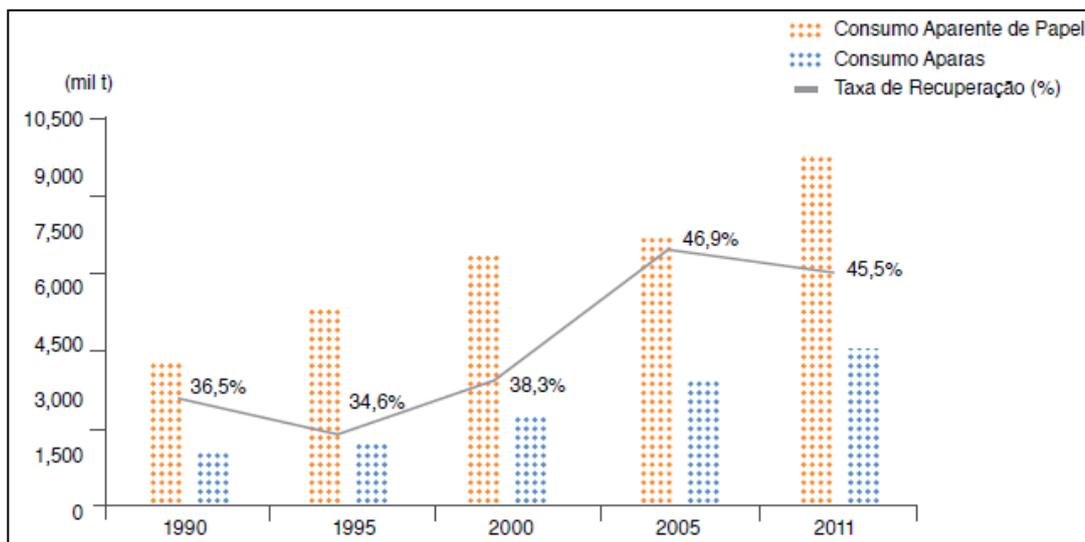


Figura 4 - Evolução do consumo aparente de papéis recicláveis, de aparas e das taxas de recuperação de papéis recicláveis no Brasil.

Fonte: Bracelpa – Associação Brasileira de Celulose e Papel (apud ABRELPRE, 2012).

Existem dois tipos de papel, o papel de escritório, que é o nome genérico dado a uma variedade de produtos utilizados em escritórios, incluindo folhas, papéis de carta, revistas e folhetos, e o papel ondulado, normalmente chamado de papelão (CEMPRE, 2013a). Folhas de caderno, cartazes velhos, envelopes, bulas de medicamentos, papel de presente, jornais e revistas, caixas de papelão e caixas de remédio são exemplos de papel que podem ser reciclados. No entanto, papéis como, por exemplo, etiquetas adesivas, papéis plastificados, metalizados e parafinados, guardanapos e papéis higiênicos não podem ser reciclados (ECO-UNIFESP, 2013).

A reciclagem é tradicional no setor papelero. A cadeia produtiva que envolve a atividade movimenta a economia, gerando empregos e renda. Sob o ponto de vista econômico, a reciclagem reduz os custos de produção e promove a recuperação de matérias-primas que serão novamente inseridas no ciclo de consumo, e em relação ao meio ambiente, a reciclagem do papel, aliada a outros fatores, como o uso de resíduos para aproveitamento energético e plantio de florestas que absorvem carbono da atmosfera, contribui para um balanço ambiental positivo (BRACELPA, 2013).

Uma importante característica da reciclagem do papel, segundo Calderoni (1999), é que o papel reciclado não é um substituto da matéria-prima virgem, devendo ser combinado com

ela, ao contrário do que ocorre com o vidro e o alumínio. Isso acontece porque o papel, assim como o plástico, sofre, após cada utilização, uma perda de parte de suas propriedades.

Em 2011, o Brasil consumiu 4,5 milhões de toneladas de aparas de papel. Conforme o Cempre (2013a), há grande disponibilidade de aparas de papel no país, no entanto, mesmo assim, as indústrias precisam periodicamente importar aparas para abastecer o mercado. Quando há escassez da celulose e o consequente aumento dos preços do reciclado, as indústrias recorrem à importação de aparas em busca de melhores preços, porém, quando há maior oferta de celulose no mercado, a demanda por aparas diminui, abalando fortemente a estrutura de coleta, que volta a se normalizar lentamente.

3.5.3 A reciclagem do plástico

Os dados disponíveis sobre a reciclagem de plásticos no Brasil são referentes à reciclagem mecânica¹⁶ dos plásticos, à qual converte materiais plásticos descartados após o consumo em grânulos passíveis de serem utilizados na produção de novos artefatos plásticos, como, por exemplo, conduítes, sacos de lixo, baldes, cabides, garrafas de água sanitária e acessórios para automóveis (ABRELPE, 2012; CEMPRE, 2013a).

Segundo o Cempre (2013a), aproximadamente 21,7% dos plásticos foram reciclados no país em 2011, o que representa cerca de 953 mil toneladas por ano. O Brasil está atrás de países como a Alemanha (33%), a Bélgica (29,2%) e a Itália (23,5%), países que incineram a maior parte do plástico coletado seletivamente (CEMPRE, 2013a). Em 2011, a indústria brasileira de reciclagem mecânica era constituída por 815 empresas, as quais se concentram, principalmente, nos estados de São Paulo (324), Rio Grande do Sul (113) e Santa Catarina (106) (ABRELPE, 2012). A figura 5 mostra a evolução do índice de reciclagem mecânica de plástico pós-consumo, obtido pela divisão da quantidade de plástico reciclado pela quantidade de plástico gerado.

¹⁶ Além da reciclagem mecânica, existem outros dois tipos de reciclagem de plásticos: a reciclagem química, que reprocessa plásticos transformando-os em petroquímicos básicos, monômeros ou misturas de hidrocarbonetos, que servem como matéria-prima, em refinarias ou centrais petroquímicas, para a obtenção de produtos nobres de alta qualidade; e a reciclagem energética, ainda não existente no Brasil, à qual transforma o lixo urbano em energia elétrica e térmica, aproveitando o alto poder calorífico contido nos plásticos para uso como combustível (PLASTIVIDA, 2013)

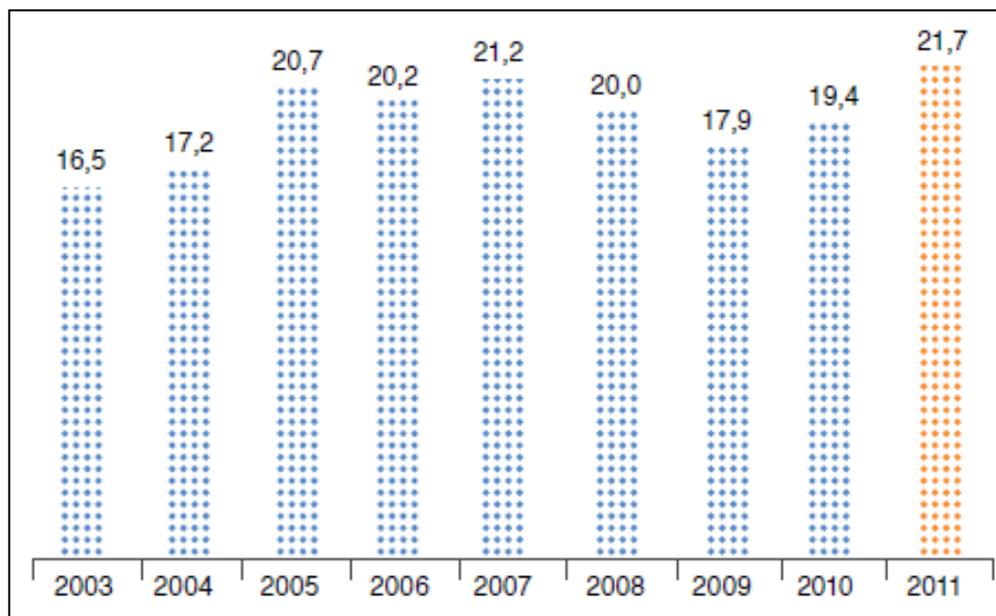


Figura 5 - Evolução do índice de reciclagem mecânica de plástico pós-consumo.

Fonte: Plastivida – Instituto Sócio Ambiental dos Plásticos (apud ABRELPE, 2012).

Segundo o Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos (PLASTIVIDA, 2013), os plásticos são reunidos em sete grupos ou categorias, a saber:

- a) PET (polietileno tereftalato): frascos e garrafas para uso alimentício/hospitalar, cosméticos, fibras têxteis, etc.
- b) PEAD (polietileno de alta densidade): embalagens para detergentes e óleos automotivos, sacolas de supermercados, garrafeiras, tampas, tambores para tintas, potes, etc.
- c) PVC (policloreto de vinila): embalagens para água mineral, óleos comestíveis, maionese, sucos, tubulações de água e esgotos, mangueiras, embalagens para remédios, brinquedos, bolsas de sangue, material hospitalar, etc.
- d) PEBD/PELBD (polietileno de baixa densidade/ polietileno linear de baixa densidade): sacolas para supermercados, filmes para embalar leite e outros alimentos, sacaria industrial, filmes para fraldas descartáveis, sacos de lixo, etc.
- e) PP (polipropileno): filmes para embalagens e alimentos, embalagens industriais, cordas, tubos para água quente, fios e cabos, caixas de bebidas, autopeças, fibras para tapetes utilidades domésticas, potes, fraldas e seringas descartáveis, etc.

- f) PS (poliestireno): potes para iogurtes, sorvetes, doces, frascos, geladeiras (parte interna da porta), pratos, tampas, aparelhos de barbear descartáveis, brinquedos, etc
- g) Outros (ABS/SAN, EVA, PA, PC); solados, autopeças, chinelos, pneus, acessórios esportivos e náuticos, plásticos especiais e de engenharia, CDs, eletrodomésticos, corpos de computadores, etc.

A reciclagem do plástico proporciona grande economia de energia elétrica e de matérias-primas, essencialmente as resinas termoplásticas¹⁷, além de economia de petróleo, pois exige somente metade do que seria necessário para a produção a partir de matéria-prima virgem (CALDERONI, 1999).

3.5.4 A reciclagem do metal/alumínio

A reciclabilidade é um dos principais atributos do alumínio. O metal pode ser reciclado infinitas vezes, sem perder suas características no processo de reaproveitamento, o que reforça a vocação da indústria desse material para a sustentabilidade em termos econômicos, sociais e ambientais (ABAL, 2013). Conforme a Abrelpe (2012), no ano de 2011 o Brasil reciclou 473 mil toneladas de alumínio, o que corresponde a 36,5% do consumo doméstico registrado no período (base 2010), garantindo uma posição de destaque em eficiência no ciclo de reciclagem de alumínio, cuja média mundial é de 28,3%. A figura 6 apresenta a posição de destaque do país no cenário mundial de reciclagem de alumínio para o ano de 2010.

¹⁷ Materiais que podem ser reprocessados várias vezes pelo mesmo ou por outro processo de transformação. Exemplos: PEBD, PEAD, PVC, PS, PP, PET, PA e outros (CALDERONI, 1999).

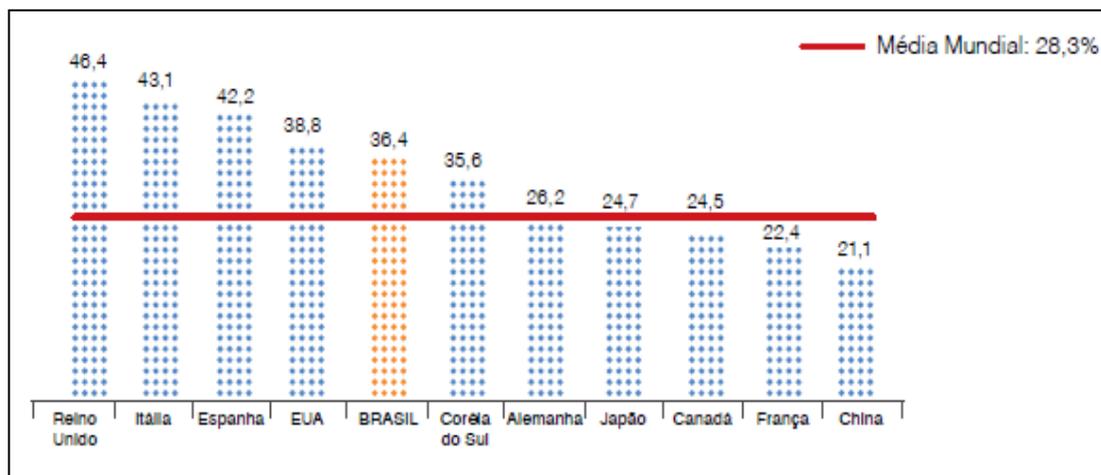


Figura 6 - Relação entre a sucata recuperada e o consumo interno de alumínio do Brasil e de países selecionados (2010) – (%).

Fonte: ABAL – Associação Brasileira do Alumínio (apud ABRELPE, 2012).

Tanto sucatas de alumínio geradas por produtos de vida útil esgotada, quanto sobras de alumínio do processo produtivo podem ser reciclados. Utensílios domésticos, latas de bebida, esquadrias de janela, componentes automotivos, entre outros, podem ser fundidos e empregados novamente na fabricação de novos produtos (ABAL, 2013). As latas de alumínio para bebidas se destacam na reciclagem, devido ao alto consumo e ao ciclo de vida mais curto que o apresentado por outros produtos de alumínio. Segundo a Associação Brasileira do Alumínio, a facilidade na coleta, transporte, venda, o alto valor da sucata de alumínio, a grande disponibilidade durante todo o ano e o fato do país possuir um mercado de reciclagem já estabelecido em todas as suas regiões, contribuíram para que o Brasil seja líder mundial na atividade desde 2001 (ABAL, 2013).

Em 2011, o Brasil atingiu o índice de 98,3% na reciclagem de latinhas, o que corresponde a cerca de 250 mil toneladas de sucata de latas recicladas ou, aproximadamente, 18,4 bilhões de unidades. A reciclagem de latas de alumínio movimentou R\$ 1,8 bilhão na economia nacional nesse período. Somente a etapa de coleta (compra de latas usadas) injetou cerca de R\$ 555 milhões, gerando emprego e renda para milhares de pessoas (ABRELPE, 2012; CEMPRE, 2013a).

A reciclagem de alumínio é importante no aspecto sustentável da indústria do alumínio, representado pela economia de energia elétrica e da bauxita¹⁸. De acordo com a Abal (2013), o processo de reciclagem utiliza somente 5% da energia elétrica e libera apenas 5% das emissões de gás no efeito estufa quando comparado com a produção de alumínio primário. Além dos benefícios na indústria, a reciclagem de alumínio é responsável pela geração de renda a um grande número de famílias que vivem da atividade (ABAL, 2013).

3.5.5 A reciclagem do vidro

O vidro tem alta taxa de reaproveitamento nas residências e, por ser feito de minerais como areia, barrilha, calcário e feldspato, pode ser reciclado inúmeras vezes sem sofrer degradação (ABIVIDRO, 2013). No ano de 2011, cerca de 47% das embalagens de vidro foram recicladas, somando 470 mil toneladas, 33% foi reutilizado e, apenas 20% do vidro utilizado teve destinação em aterros sanitários ou de forma ignorada (ABRELPE, 2012; CEMPRE, 2013a).

Do total de 47% reciclado, 40% é oriundo da indústria de envase, 40% do mercado difuso, 10% do “canal frio” (bares, restaurantes, hotéis) e 10% do refugo da indústria (CEMPRE, 2013a). Conforme o Cempre (2013a), o índice brasileiro está bastante aquém de índices de países com a Alemanha (87%) e a Suíça (95%), porém superior ao índice dos EUA (40%). O índice de reciclagem de vidro no país vem crescendo com o passar dos anos, como pode ser constatado na figura 7.

¹⁸ Minério que origina o alumínio primário (ABAL, 2013).

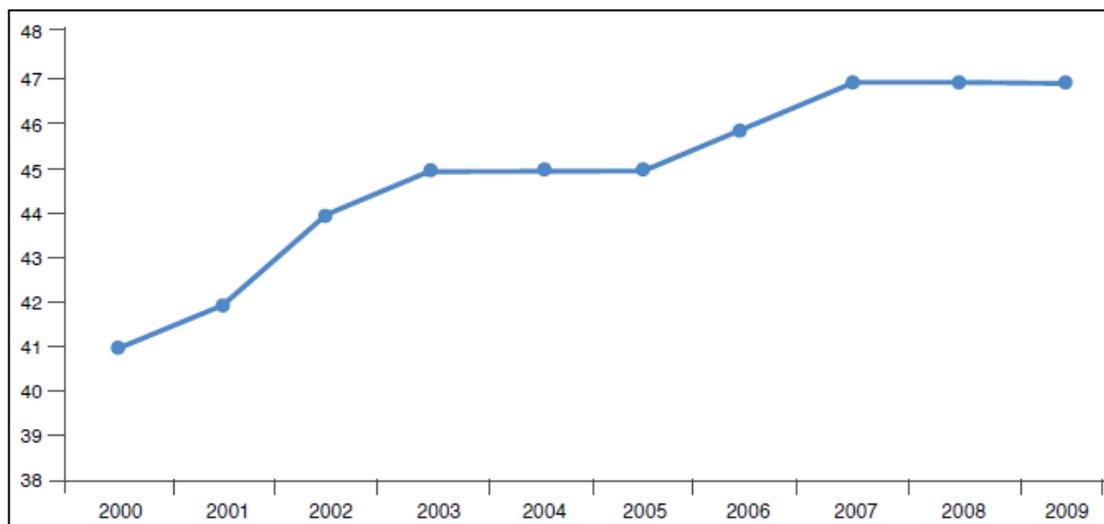


Figura 7 - Evolução dos índices de reciclagem de vidro no Brasil (%).

Fonte: Abividro – Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro (apud ABRELPE, 2012).

De acordo com o Cempre (2013a), metade dos recipientes de vidro fabricados no Brasil é retornável e, além disso, o material é de fácil reciclagem, pois pode voltar à produção de novas embalagens, substituindo totalmente o produto virgem sem perda de qualidade. A inclusão de cacos de vidro no processo normal de fabricação reduz a retirada de matéria-prima da natureza e o gasto com energia e água, além de emitir resíduos menos particulados de CO₂. Para cada 10% de caco de vidro na mistura há uma economia de 4% de energia necessária para a fusão nos fornos industriais e uma redução de 9,5% no consumo de água (ABIVIDRO, 2013; CEMPRE, 2013a).

Algumas limitações na atividade de reciclagem de vidro são apresentadas por Calderoni (1999) e Cempre (2013a), como a questão do transporte e da separação do material. Devido ao peso, uma das dificuldades para a reciclagem do vidro é o custo do transporte, o que faz com que os sucateiros e vidrarias exijam um mínimo considerado de quantidade para realizar a coleta. Além disso, os cacos encaminhados para reciclagem não podem conter pedaços de cristais, espelhos e lâmpadas, que por terem composição química diferente causam trincas e defeitos nas embalagens, e não devem estar misturados com terra, pedras, cerâmicas e louças, que, quando fundidos junto com o vidro, geram micropartículas que deixam a embalagem com menos resistência (CALDERONI, 1999; CEMPRE, 2013a). A Abividro (2013), no entanto, defende que a reciclagem de vidro é uma atividade economicamente viável, visto

que, além de ser lucrativa, é capaz de gerar empregos que não demandam, em sua maioria, qualquer especialização, beneficiando camadas geralmente mais carentes da população.

O objetivo da seção 3.5 foi mostrar a reciclagem como a solução para o problema dos resíduos. Na seção 3.6, apresentam-se os instrumentos econômicos como alternativa para se alcançar o objetivo de redução de resíduos dispostos de forma inadequada no meio ambiente.

3.6 Instrumentos econômicos de minimização de resíduos

Além da reciclagem, os gestores públicos podem se utilizar de outros instrumentos e medidas para alcançar os objetivos de proteção ambiental. Os instrumentos econômicos, conforme Motta (2006) atuam no sentido de alterar o preço (custo) de utilização de um recurso, internalizando as externalidades e afetando seu nível de utilização.

Os instrumentos econômicos são mais flexíveis que os instrumentos de controle por incentivarem maior redução no nível de uso daqueles usuários que enfrentam custos menores para realizar estas reduções. Os instrumentos de controles são orientados por relações tecnológicas, padrões e processos, e impostos de forma pouco flexível a todos os usuários e, por vezes, sem diferenciação espacial; ou seja, os instrumentos de controle não consideram, explicitamente, os custos individuais de cada usuário, impondo, geralmente, níveis máximos de poluentes ou de utilização a serem atingidos, penalizando quem os ultrapassa (MOTTA, 2006).

De acordo com Motta (2006), a natureza dos instrumentos econômicos (IE) pode assumir várias formas, variando de IEs menos flexíveis e mais orientados para o controle para aqueles mais flexíveis e mais orientados para o mercado. O quadro 5, adaptado de Motta (2006), expõe os mecanismos de gestão ambiental que se utilizam de incentivos econômicos, apresentando-se aqueles que mais se relacionam com a gestão de resíduos sólidos.

←Orientados para o controle →		←Orientados para o mercado →		
		←Orientados para o litígio →		
Regulamentos e sanções	Precificações: taxas, impostos e cobranças	Criação de mercado de direitos	Intervenção da demanda final	Legislação de responsabilização
<ul style="list-style-type: none"> • Licenciamento para atividades econômicas e relatórios de impacto ambiental. • Proibições aplicadas a substâncias consideradas inaceitáveis para os serviços de coleta de resíduos sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impostos para estimular a reutilização ou reciclagem de materiais. • Cobrança por disposição de resíduos sólidos em aterro sanitário. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de reembolso para resíduos sólidos de risco. 	<ul style="list-style-type: none"> • Educação para a reciclagem e a reutilização. • Legislação sobre divulgação, exigindo que os fabricantes publiquem a geração de resíduos sólidos, líquidos e tóxicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilização legal por negligência dos gerentes de empresa e das autoridades ambientais.

Quadro 5 - Instrumentos econômicos de gestão ambiental.

Fonte: Adaptado de MOTTA (2006).

As abordagens de mercado para a gestão de RSU também são discutidas por Thomas e Callan (2010), que apresentam as medidas de taxa de fim ou taxa no descarte, taxa de início ou taxa de descarte a varejo, e sistema de depósito/reembolso. A taxa de fim ou taxa de descarte é baseada na quantidade de resíduos gerados, ou seja, a cobrança varia segundo a quantidade de resíduos. Essa taxa é um preço por unidade de lixo a ser pago por todos os geradores de poluição, diferente do sistema de taxa única, no qual é cobrado um preço por domicílio. Os programas que adotam taxas no descarte são chamados de método de tarifação unitária e são também conhecidos como programas que você paga à medida que descarta (pay-as-you-throw=PAYT), indicando que os preços dos serviços de RSU são cobrados com base na unidade de resíduos (THOMAS e CALLAN, 2010).

A taxa de início ou taxa de descarte a granel é cobrada sobre os produtos no ponto de venda, contrastando com a taxa de descarte imposta sobre os resíduos no ponto de descarte. O objetivo da taxa é estimular a prevenção da poluição através da redução na origem, estimulando os fabricantes a procurarem projetos para produtos e embalagens que sejam ambientalmente mais responsáveis. Comparando os métodos, Thomas e Callan (2010) advertem que o método de tarifação no descarte deve ser coordenado com um programa de

reciclagem a fim de impedir o descarte ilegal. Se não é instituído um plano semelhante, a melhor opção seria utilizar uma taxa de início (THOMAS e CALLAN, 2010).

O sistema de depósito/reembolso impõe a cobrança de uma taxa antecipada pelos possíveis danos causados pelo descarte inadequado e permite o reembolso da taxa no final do ciclo do produto se o consumidor tomar as providências adequadas para evitar os danos. O depósito é exigido no momento da compra, como a taxa início ou de descarte no varejo, e o reembolso tenta reduzir o descarte e estimular a reciclagem, sendo semelhante à taxa de fim ou de descarte (THOMAS e CALLAN, 2010).

Alguns exemplos de países que utilizam instrumentos orientados para o mercado para a gestão de resíduos sólidos podem ser visualizados no quadro 6.

Créditos para reciclagem	Cobrança pela disposição em aterro	Cobrança sobre geração de lixo	Impostos sobre produtos	Sistemas de depósito/reembolso
EUA, Reino Unido	Alemanha, Áustria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, EUA, Espanha, Finlândia, França, Holanda, Irlanda, Itália, Suécia e Turquia.	Alemanha, Bélgica, Canadá, Coréia, Dinamarca, EUA, Holanda e Turquia.	Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Itália, Noruega e Suécia.	Alemanha, Bélgica, Coréia, Dinamarca, EUA, Finlândia, Noruega e Suécia.

Quadro 6 - Países que possuem instrumentos econômicos de gestão de resíduos.

Fonte: Adaptado de MOTTA (2006).

Neste capítulo foram expostos os principais conceitos, classificações e questões referentes ao tema resíduos sólidos urbanos. No capítulo 4 é apresentada a metodologia utilizada para tratar do tema pesquisado.

4 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada neste estudo pode ser classificada como descritiva e exploratória. De acordo com Gil (2002, p. 41 e 42), as pesquisas descritivas “têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis” e as pesquisas exploratórias “têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torna-lo mais explícito ou a constituir hipóteses” (GIL, 2002, p. 41 e 42).

Em relação aos procedimentos técnicos empregados, utilizou-se, basicamente, a pesquisa bibliográfica, realizada em livros e artigos científicos, e a documental. A pesquisa documental se utiliza de fontes que não receberam nenhum tratamento analítico, como, por exemplo, gravações, regulamentos, boletins, e de documentos que de alguma forma já foram analisados, tais como relatórios de pesquisa e tabelas estatísticas (GIL, 2002).

Os dados utilizados na pesquisa procedem das seguintes fontes de informações: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos, elaborado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e mantido pela SNSA¹⁹ do Ministério das Cidades; Companhia Melhoramentos da Capital (COMCAP) (SC), empresa responsável pelo gerenciamento de resíduos em Florianópolis/SC; Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE); e IPEA (2010). O Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos é publicado anualmente desde 2002, incorporando dados enviados pelos municípios que atenderam à solicitação para participar do trabalho. Os dados utilizados no trabalho são do último diagnóstico divulgado, do ano de 2011.

Com o objetivo de obter informações específicas sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos em Florianópolis e confirmar dados obtidos junto ao Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos, foram realizadas entrevistas²⁰ com servidores da COMCAP, o Gerente da Coleta Seletiva e o funcionário de Apoio técnico no Departamento de Coleta de Resíduos Sólidos. As entrevistas foram presenciais e ocorreram no dia 02 de setembro de 2013 na sede da Associação dos Empregados da Comcap, localizada no Bairro Capoeiras, e na sede da Diretoria e demais departamentos da Comcap, localizada no Bairro de Estreito.

¹⁹ Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.

²⁰ A estrutura das entrevistas realizadas encontra-se no Apêndice A.

4.1 Revisão bibliográfica sobre metodologias para a mensuração de ganhos com a atividade de reciclagem

Conforme Calderoni (1999), a primeira metodologia encontrada na literatura para mensurar os ganhos (ou prejuízos) da atividade de reciclagem afere a viabilidade econômica da reciclagem pela comparação entre o montante alcançado com a venda dos materiais recicláveis e o custo envolvido na coleta e separação desses materiais. Por essa metodologia, a equação seria a seguinte:

$$G = V - C \quad (1)$$

em que,

G = ganho com o processo de reciclagem;

V = venda dos materiais recicláveis; e

C = custo do processo de reciclagem.

Calderoni (1999) faz uma crítica a essa metodologia em razão de a variável V figurar com sinal positivo na formulação. Para o autor, isto só é válido se a análise se refere ao ponto de vista de quem vende, como a Prefeitura, os carrinheiros e os catadores. Para quem compra, o sinal é negativo, como no caso da indústria.

Deste modo, de acordo com Calderoni (1999), deveria ser adotada uma visão de conjunto do processo de reciclagem, que considere o ponto de vista de todos os agentes envolvidos: prefeituras, indústrias, sucateiros, carrinheiros e catadores, população, e governos. Segundo esta visão de conjunto, o item V é receita para uns e, ao mesmo tempo, despesa para outros. Portanto, deve figurar uma segunda vez, com o sinal negativo, na equação:

$$G = (V - V) - C \quad (2)$$

Quanto ao item C, o processo de reciclagem abrange a coleta (seletiva ou não), a triagem, o processamento dos materiais e o transporte, porém, também há que se considerar os custos administrativos envolvidos. Os custos de coleta e de triagem são representados pela receita dos carrinheiros e catadores. Nesse caso, o que é custo para o sucateiro é receita para o carrinheiro e para o catador. Para a sociedade trata-se de mera transferência de renda interna

ao conjunto dos agentes envolvidos. Portanto, por essa metodologia, não há nem custo, nem ganho para a sociedade (CALDERONI, 1999).

Segundo Calderoni (1999), a segunda abordagem metodológica para mensurar os ganhos (ou prejuízos) com a reciclagem, apresentada por Duston (1993)²¹, considera os custos evitados em função do processo de reciclagem. Tais custos referem-se, basicamente, às despesas com a disposição final de resíduos e com as operações de coleta, transporte e transbordo envolvidas. Nesta formulação, aplica-se a seguinte equação²²:

$$G = (V - V) - C + E \quad (3)$$

em que,

G = ganho com o processo de reciclagem;

V = venda/compra dos materiais recicláveis;

C = custo do processo de reciclagem; e

E = custo evitado de coleta, transporte, transbordo e disposição final.

Calderoni (1999) propõe uma terceira metodologia de mensuração dos ganhos (ou prejuízos) da reciclagem, aperfeiçoando o método de Duston (1993). O autor acrescenta a formulação anterior os ganhos decorrentes da economia de energia (W), os ganhos advindos da economia de matérias-primas (M), os ganhos advindos da redução dos custos com controle ambiental (A) e com o consumo de água (H) proporcionados pela reciclagem, além de outros de mais difícil mensuração (D). Tem-se a seguinte equação:

$$G = (V - V) - C + E + W + M + H + A + D \quad (4)$$

em que,

G = ganho com o processo de reciclagem;

V = venda/compra dos materiais recicláveis;

C = custo do processo de reciclagem;

E = custo evitado de disposição final;

W = ganhos decorrentes da economia no consumo de energia (Wh);

M = ganhos decorrentes da economia de matérias-primas;

²¹ Duston, Thomas E. How to Measure the Gains from Recycling. Recycling Solid Waste, London, Quorum Books, 1993.

Duston, Thomas E. Recycling Solid Waste – The First Choice for Private and Public Sector Management, London, Quorum Books, 1993.

²² “(V – V)” é proposto por Calderoni (1999); a inclusão de “E” é contribuição de Duston (CALDERONI, 1999).

H = ganhos decorrentes da economia de recursos hídricos;

A = ganhos com a economia de controle ambiental; e

D = demais ganhos econômicos.

A economia no consumo de energia (W) e de recurso hídricos (H) ocorre pelo fato de que a produção a partir de materiais recicláveis requer um consumo de energia e de água significativamente menor do que a produção com o uso de matéria-prima virgem. A produção a partir de materiais recicláveis também provoca um grau de poluição – da água, do ar e do solo – muito menor do que a produção a partir de matéria-prima virgem, o que gera a economia de controle ambiental (A) (CALDERONI, 1999).

A economia de matérias-primas (M), como a bauxita, barrilha e resinas termoplásticas, advém do fato de que estes materiais já estão contidos nos materiais recicláveis. Segundo Calderoni (1999), o alongamento da vida útil dos equipamentos, a redução de dispêndios com saúde pública, divisas (petróleo, insumos para a fabricação de vidros e metais), e geração líquida de empregos são outros ganhos econômicos decorrentes da reciclagem (D).

Calderoni (1999) aplicou o método de avaliação da viabilidade econômica da reciclagem para o município de São Paulo, destacando a economia obtida através da reciclagem do lixo, a economia perdida pela não reciclagem, ou seja, a que se deixou de obter ao se levar o material reciclável, dotado de valor econômico, para os aterros, e a economia possível, isto é, a economia obtida mais a economia perdida. Em termos globais, no ano de 1996, a economia possível era da ordem de R\$ 1,1 bilhão, tendo sido alcançados R\$ 326 milhões e perdidos R\$ 791 milhões²³.

Com essa avaliação, Calderoni (1999) concluiu que a matéria-prima é a principal fonte de economia obtida com a reciclagem, principalmente no caso do papel. Além disso, o papel constitui a principal fonte de economia entre os recicláveis, respondendo por 71% do total da economia obtida. E o plástico representa 59% da economia perdida, em razão da dificuldade de identificação desse reciclável e a desfavorável relação peso/volume e, também, é a maior fonte de economia potencial (possível) entre os recicláveis, R\$ 443 milhões²⁴.

A metodologia de Calderoni (1999) também foi aplicada por Rodrigues, Garutti e D'Oliveira (2008) para o município de Maringá/PR. No município, a economia obtida com a reciclagem dos resíduos é de R\$ 11,5 milhões, mas ainda há o desperdício de R\$ 33,9 milhões pela não reciclagem total do lixo. A economia possível chega a R\$ 45,4 milhões. Segundo os

²³ Os valores estão em R\$ milhões de set/1996.

²⁴ Em milhões de set/1996.

autores, a reciclagem dos resíduos sólidos urbanos produzidos em Maringá reduziria tanto os problemas ambientais quanto os de saúde pública, além de amenizar os aspectos socioeconômicos causados pelo descarte inadequado de resíduos (RODRIGUES, GARUTTI e D'OLIVEIRA, 2008).

O IPEA (2010)²⁵ estimou os benefícios atuais e potenciais da reciclagem dos principais materiais recicláveis²⁶ seguindo a literatura existente para o caso do Brasil, como os estudos realizados por Calderoni (1999) e Sayago, Oliveira e Seroa da Motta (1998)²⁷. Os benefícios foram definidos como a diferença entre os custos gerados pela produção a partir de matéria-prima virgem e os custos gerados para a produção dos mesmos bens a partir de material reciclável. A pesquisa avançou em relação aos trabalhos anteriores por utilizar dados mais desagregados, tanto para os benefícios econômicos quanto para os benefícios ambientais associados à reciclagem, levando em consideração os impactos ambientais da extração das matérias-primas e da produção de energia.

Os benefícios econômicos tratados na pesquisa do IPEA (2010) incluem primordialmente o custo evitado pela reciclagem em termos de consumo de recursos naturais e de energia. Os benefícios ambientais associam-se aos impactos sobre o meio ambiente devido ao consumo de energia, às emissões de gases do efeito estufa (GEEs), ao consumo de água e à perda de biodiversidade. Os benefícios econômicos aparecem no estudo de forma relativamente mais significativa do que os benefícios ambientais, essa diferença ocorre principalmente pela limitação de dados específicos para a valoração ambiental de vários impactos ambientais (IPEA, 2010).

Os resultados do IPEA (2010) sugerem que, caso todo o resíduo reciclável que é encaminhado para aterros e lixões nas cidades brasileiras fosse reciclado, os benefícios da reciclagem para a sociedade brasileira seriam estimados em R\$ 8 bilhões anuais²⁸. Considerando-se os atuais índices de reciclagem no país, avalia-se que a atividade de reciclagem já gere benefícios entre R\$ 1,4 bilhão e R\$ 3,3 bilhões anuais.

A metodologia de Motta (2006) foi utilizada por Chaves e Souza (2012) para estimar os benefícios econômicos, sociais e ambientais que podem ser gerados pela reciclagem no Estado do Rio Grande do Sul. A estimativa do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento mostrou-se bastante satisfatória, com o valor de R\$ 487,30 por tonelada, para a análise sob o

²⁵ IPEA. Relatório de Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para a Gestão de Resíduos Sólidos. Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur), Brasília, 2010.

²⁶ Papel (celulose), plástico, vidro, aço e alumínio.

²⁷ SAYAGO, D. E.; OLIVEIRA, J. M. D. MOTTA, R. S.; Resíduos Sólidos: propostas de instrumentos econômicos ambientais. Brasília: SEPURB/MPO, 1998.

²⁸ Em reais correntes de 2007.

preço de mercado da sucata, e de R\$ 627,37 por tonelada, na análise do verdadeiro custo de oportunidade. Conforme Chaves e Souza (2012) é importante ressaltar que, mais do que valores, a estimativa do benefício comporta as dimensões econômicas, sociais e ambientais do processo, ou seja, trata-se da possibilidade de se realizar uma gestão bem feita dos resíduos, o que por si só já a justificaria, e ainda obter ganhos com isto.

4.2 Cálculo do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento (BLSR) conforme Motta (2006)

A avaliação dos benefícios gerados pela reciclagem dos principais materiais recicláveis em Florianópolis/SC seguiu a metodologia de valoração ambiental proposta por Motta (2006), que estima o Benefício Líquido Social do Reaproveitamento (BLSR). A metodologia foi apresentada pela primeira vez no Texto para Discussão nº 608 do IPEA²⁹.

Conforme Motta (2006), o reaproveitamento de materiais recicláveis resulta em vários benefícios para a sociedade ao reduzir as externalidades associadas a gastos com a coleta e disposição final, impactos ambientais e uso de matéria-prima virgem e outros insumos, mas, também, resulta em outros gastos associados à triagem, coleta, transporte e estocagem do material reciclável, custos que não são desprezíveis. Desse modo, a mensuração do BLSR representaria a externalidade da atividade de reaproveitamento (MOTTA, 2006).

Motta (2006) explica que, para o reciclador, o reaproveitamento gera benefícios privados ao reduzir os gastos com matéria-prima e outros insumos deduzidos dos custos de reaproveitamento. Este benefício privado é positivo, pois a sucata apresenta preços de mercado positivos, isto é, existem preços pelos quais os recicladores estão dispostos a pagar na aquisição deste material. Logo, o nível de reaproveitamento resulta da quantidade de sucata que pode ser oferecida a este preço, e o preço dela reflete seu valor de mercado.

No entanto, este preço de mercado não reflete todo o benefício social do reaproveitamento. O benefício para a sociedade é derivado de gastos públicos e danos ambientais e afeta difusamente a todos, portanto não existe um valor de mercado para ele, seu valor tem de ser determinado (MOTTA, 2006). Dessa forma, a avaliação do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento (BLSR) é realizada da seguinte maneira:

²⁹ MOTTA, R. S. da; SAYAGO, D. E. Propostas de instrumentos econômicos ambientais para a redução do lixo urbano e o reaproveitamento de sucatas no Brasil. Rio de Janeiro: Ipea, 1998 (Texto para discussão n. 608).

$$\text{BLSR} = \text{GCD} + \text{CA} + \text{GMI} - \text{GAR} \quad (5)$$

em que,

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.

O valor de GCD, calculado como o custo médio de coleta ou disposição multiplicado pela sua cobertura de serviço (percentual da população atendida), pode ser estimado com base em informações das empresas de limpeza pública. Para explicar o cálculo de GCD, Motta (2006) utiliza dados de coleta e disposição final de lixo de várias fontes. O valor médio da coleta de lixo apresentado por Motta (2006) é de R\$ 25,00/t³⁰. Como a proporção da população urbana brasileira com acesso ao serviço de coleta de lixo no período, em 1995, era de 69,2%³¹, o custo de coleta em relação ao lixo total gerado é de R\$ 17,30/t.

A disposição final do lixo pode ser realizada em aterro sanitário, com custo de R\$ 13,00/t³²; em aterro controlado, com custo de R\$ 6,00/t³³; em lixão, com custo de R\$ 0,00/t³⁴; por incineração, com custo de R\$ 29,39/t³⁵; e em usina de reciclagem, com custo de R\$ 24,00/t³⁶. Conforme Motta (2006), o percentual do lixo que vai para cada tipo de disposição final corresponde, respectivamente, a: 24,1%, 22,6%, 50,8%, 0,2% e 2,3%. Desse modo, o custo efetivo (em relação ao lixo gerado) será o valor da disposição final por tonelada multiplicado pelo percentual que é coletado e pelo percentual para cada tipo de disposição.

Além do custo de coleta e disposição final, o custo de transbordo é de R\$ 5,00/t³⁷. Pelo fato de não existirem dados de quanto da coleta é levado para estações de transferência, considera-se que todo o lixo coletado necessita de transbordo. Sendo assim, conforme a metodologia de Motta (2006), o custo efetivo de transbordo será o valor do custo de

³⁰ Fonte: BNDES. Cadernos de infraestrutura: saneamento ambiental. Rio de Janeiro, 1997.

³¹ Fonte: DINIZ, M. B. Resíduos sólidos: uma abordagem da economia ambiental dos métodos de tratamento Tese (Mestrado) – Caen, Fortaleza, 1997.

³² Fonte: Calderoni, S. Os bilhões perdidos no lixo. Tese (Mestrado) – USP, São Paulo, 1997.

³³ Fonte: Comlurb (Companhia Municipal de Limpeza Urbana/RJ).

³⁴ Fonte: Abrelp.

³⁵ Fonte: Calderoni, S. Os bilhões perdidos no lixo. Tese (Mestrado) – USP, São Paulo, 1997.

³⁶ Fonte: Comlurb (Companhia Municipal de Limpeza Urbana/RJ).

³⁷ Fonte: Calderoni, S. Os bilhões perdidos no lixo. Tese (Mestrado) – USP, São Paulo, 1997.

transbordo multiplicado pelo percentual que é coletado (69,2%), ou seja, R\$ 3,46/t. Com os três custos, pode-se obter a soma de GCD, apresentada no quadro 7.

GCD	R\$/t
Coleta	17,3
Total Coleta	17,3
Aterro sanitário	2,17
Aterro controlado	0,63
Lixão	0
Incineração	0,04
Usina de reciclagem	0,38
Total da disposição final	3,22
Transbordo	3,46
Total transbordo	3,46
Total GCD	23,98

Quadro 7 - Gastos efetivos com a gestão de resíduos sólidos.

Fonte: MOTTA (2006, p. 214).

Segundo Motta (2006), para calcular CA não existem informações disponíveis que permitam uma estimativa consistente dos impactos ambientais. Todavia, pode ser calculada uma estimativa com base em quanto ainda seria necessário gastar para implementar um sistema ideal de coleta e disposição de lixo que minimizasse tais impactos. Ou seja, se a coleta tendesse a todas as residências ou se todo o lixo gerado fosse efetivamente coletado, conforme os dados anteriores, haveria um custo de coleta de R\$ 25,00/t. Os gastos efetivos com a coleta são de R\$ 17,30/t, como registra o quadro 7, e indicam a necessidade de se gastarem mais R\$ 7,70/t para que a coleta atenda a todos os usuários, reduzindo, dessa forma, os danos ambientais relativos aos resíduos que permanecem nas ruas e não recebem nenhum tratamento.

Em relação à disposição final, o aterro sanitário é a melhor opção para o destino do lixo. Logo, o custo necessário para tratamento integral do lixo seria de R\$ 13,00/t. Considerando-se que já se despendem R\$ 3,22/t, ainda seria necessário o gasto de R\$ 9,78/t, o que representa a outra parcela da estimativa de custos ambientais. O transbordo deve atender integralmente todo o lixo coletado, assim, do custo total de R\$ 5,00/t, resta a despesa de R\$ 1,54/t para que

se minimizem os danos ambientais. No quadro 8 constam as parcelas do déficit que serão uma aproximação dos danos ambientais.

CA	R\$/t
Coleta	7,70
Disposição Final	9,78
Transbordo	1,54
Total CA	19,02

Quadro 8 - Déficit de custos de gestão de resíduos sólidos no Brasil.

Fonte: Motta (2006, p. 215).

Seguindo o método de Motta (2006), existem duas hipóteses para o cálculo de GMI:

1) Hipótese 1 (preços de mercado competitivos): o preço das sucatas reflete os ganhos líquidos de reduções de custos de produção derivados do reaproveitamento, ou seja, por essa hipótese, o preço da sucata é igual a $GMI - GAR$. Tal hipótese admite que o mercado de sucatas funciona em perfeita competição, sendo o valor marginal de GMI igual ao valor marginal de GAR. Conforme Motta (2006), o grau de concentração é baixo na fase de coleta, porém muito alto na fase atacadista, em razão dos elevados custos de transporte e estocagem. Na fase de reciclagem, a concentração varia para cada produto. Portanto, os preços da sucata podem estar abaixo do seu verdadeiro custo de oportunidade. Logo, na hipótese 2, são adotadas estimativas das reduções de custos para tentar capturar uma estimativa dos custos envolvidos.

2) Hipótese 2 (verdadeiro custo de oportunidade): GMI é calculado em termos dos gastos com matéria-prima e outros insumos na atividade de reciclagem por tonelada de material reciclado. Sendo as reduções determinadas para matéria virgem, energia elétrica e água. Ou seja, o valor de GMI são os custos evitados com energia elétrica, matéria-prima e água, quando há o reaproveitamento dos materiais. A estimativa de GAR para viabilizar a reciclagem baseia-se nos custos médios atuais de coleta seletiva.

Desse modo, para calcular conforme a Hipótese 1, Motta (2006) utilizou a média dos preços mensais de sucata disponíveis nos relatórios do Cempre. Para o cálculo de GMI pela Hipótese 2 são utilizados os valores reais que se perderam, por insumo, devido à parcela não reciclada de cada material, disponíveis no estudo de Calderoni (1997). Para GAR, no caso da

Hipótese 2, é utilizado o valor médio das experiências de coleta seletiva no Brasil, R\$ 240,00/t.

O valor de BLSR estimado por Motta (2006) é ponderado pela participação de cada material no lixo. Para realizar a ponderação, Motta (2006) utilizou a composição do lixo observada nas experiências brasileiras de coleta seletiva, informada pelo Cempre, desconsiderando-se o que foi encontrado de rejeito. Com a soma dos valores ponderados de cada material tem-se o valor médio total ponderado de BLSR para as duas hipóteses.

4.3 Metodologia do cálculo do BLSR para Florianópolis

Neste trabalho, para o cálculo de cada um dos componentes do BLSR foram empregados dados de diversas fontes, presentes no quadro 9. Sempre que possível foram utilizadas informações de Florianópolis, no entanto, devido à ausência de algumas informações, foram aproveitados dados para o Brasil como estimativas para Florianópolis.

Informação	Fonte
GCD	
Gastos com coleta em Florianópolis Gastos com aterro sanitário em Florianópolis Gastos com transbordo em Florianópolis	SNIS (2011)
CA	
Benefícios associados à redução da emissão de gases do efeito estufa (GEEs) (estimativa para o Brasil) Benefícios associados à preservação da biodiversidade e de recursos não madeireiros (estimativa para o Brasil)	IPEA (2010)
GMI-GAR (Hipótese 1)	
Média nacional de preços dos materiais recicláveis	Cempre (2013b)
GMI (Hipótese 2)	
Benefícios associados à redução do consumo de energia (estimativa para o Brasil) Benefícios associados à redução do consumo de matéria-prima (estimativa para o Brasil) Benefícios associados à redução do consumo de água (estimativa para o Brasil)	IPEA (2010)
GAR (Hipótese 2)	
Custo com a coleta seletiva em Florianópolis	Cempre (2012)

Quadro 9 - Fontes de informações.

Fonte: Elaboração própria

As estimativas de BLSR são calculadas por peso (tonelada), visto ser essa a unidade física mais relevante para custos de coleta e disposição e reaproveitamento. A estimativa de BLSR será feita considerando-se as duas hipóteses da metodologia de Motta (2006), dessa forma serão obtidos dois valores para o BLSR. A ponderação do BLSR pela quantidade de material reciclável presente na coleta seletiva foi realizada com dados do Cempre (2012).

Para a estimativa do benefício potencial e realizado da reciclagem de RSU foi considerada a quantidade coletada total e a quantidade coletada via coleta seletiva em 2012 informada pela Comcap e disponível em Florianópolis (2013a). Em razão da dificuldade em se obter a quantidade de resíduos recolhidos pela coleta regular que poderiam ser reciclados e são encaminhados de forma indevida para o aterro sanitário em Florianópolis, foi preciso estimar a quantidade do material potencialmente reciclável presente nos resíduos da coleta regular. Para essa estimativa utilizou-se a informação gravimétrica informada pelo IPEA (2010) dos resíduos que tiveram destinação inadequada. Com essa informação foi possível estimar a quantidade de material reciclável anual que seria encontrada no aterro sanitário de Florianópolis sem a devida separação.

Devido à heterogeneidade de materiais recicláveis encontrados nos resíduos coletados, escolheu-se um grupo específico de materiais: aço, alumínio, papel (celulose), plástico e vidro. A escolha se deve a grande presença desses materiais nos resíduos sólidos urbanos e pelo fato de que os dados estatísticos desses materiais são normalmente apresentados na literatura.

Devido às limitações de fontes de informações consistentes, a algumas diferenças nos métodos de cálculo em relação à metodologia proposta por Motta (2006), e aos diferentes períodos de dados utilizados, os valores apresentados para o BLSR devem ser percebidos como estimativas e utilizados com cuidado. No entanto, podem demonstrar a grandeza de benefícios da reciclagem. Os dados utilizados no trabalho provenientes do IPEA (2010) também foram estimados com informações de vários períodos, a partir do ano 2000.

5 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM FLORIANÓPOLIS/SC

Florianópolis (Figura 8), capital do Estado de Santa Catarina, possui 421.240 habitantes e uma área de 675,409 km², estando a maior parte de seu território situada em uma ilha (Ilha de Santa Catarina) (IBGE, 2013). Com um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,847 em 2010, destaca-se por ser capital brasileira com o melhor IDH e o terceiro município com melhor valor no índice. Dentre os 293 municípios de Santa Catarina, Florianópolis ocupa a primeira posição. (PNUD, 2010; 2013)³⁸.

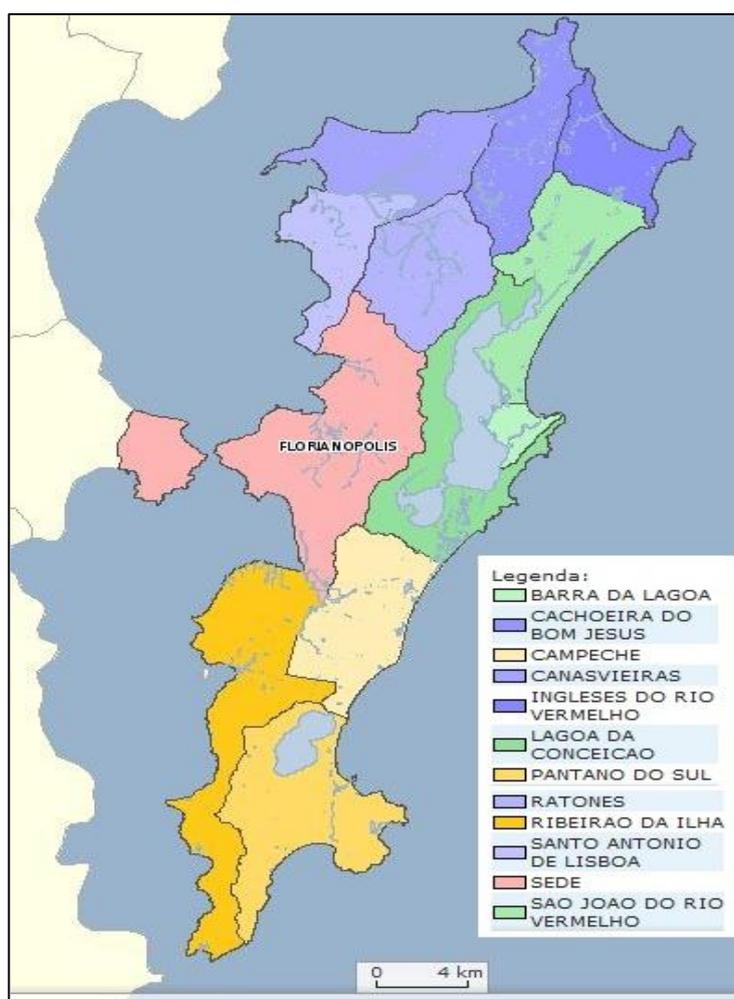


Figura 8 - Mapa de Florianópolis/SC (Distritos administrativos).

Fonte: http://www.mobfloripa.com.br/mapas_det.php?codigo=31#.

³⁸ De acordo com ranking de IDH-M em 2010, apenas São Caetano do Sul (SP), com IDH de 0,862, e Águas de São Pedro (SP), com IDH DE 0,854, estão em melhor situação que Florianópolis em 2010. As informações do Atlas de Desenvolvimento Humano 2013 são compostas por dados dos anos de 1991, 2000 e 2010.

A coleta de resíduos sólidos e a limpeza pública na cidade são realizadas pela Companhia Melhoramentos da Capital (Comcap), empresa de economia mista contratada pela Prefeitura Municipal de Florianópolis, sua acionista majoritária. A Comcap, fundada através da Lei Municipal nº 1.022 de 22 de julho de 1971, possui 42 anos de existência e 1,7 mil empregados (FLORIANÓPOLIS, 2013b).

De acordo com informações disponíveis no site da Prefeitura Municipal de Florianópolis, a Comcap recolhe e destina em média 14,5 mil toneladas de resíduos sólidos por mês, com uma variação sazonal de 12,5 mil toneladas nos meses de baixa temporada e até 18,7 mil no verão. Os serviços de coleta de resíduos na Capital são executados diretamente pela Comcap, sendo terceirizada apenas a operação de aterro sanitário. A Prefeitura contrata uma empresa privada para o transporte e manejo do lixo do Centro de Transferência de Resíduos Sólidos (CTReS), no bairro Itacorubi, até o aterro sanitário, localizado no município de Biguaçu, distante 40 quilômetros. Além da coleta de lixo domiciliar, a Comcap também é responsável pela limpeza pública de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2013b).

Estima-se que, do total recolhido, em torno de 1000 toneladas são recicláveis como papel, vidro, metal e plástico que a população separa para a coleta seletiva. O material é doado a associações de triadores, preferencialmente para a ACMR e a Aresp³⁹, e responsável pela geração de renda de pelo menos 100 famílias da Grande Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2013b).

Apesar de hoje a coleta de resíduos e a limpeza pública em Florianópolis apresentarem-se bem estruturadas e com bons resultados, o histórico da coleta e limpeza é bastante complexo e problemático. O serviço de remoção de lixo só teve início em 1877, executado por particulares com carroções puxados a burro. Até então, a determinação era que o lixo urbano fosse lançado nos rios e no mar, efeito de uma lei aprovada em 1830 para evitar a acumulação de detritos jogados pelos moradores nas ruas e em terrenos baldios. No entanto, mesmo com o início da remoção de lixo em 1877, o despejo ainda era realizado nas praias da Baía Norte (FLORIANÓPOLIS, 2013a).

Em 1914, para acabar com o acúmulo de lixo nas praias, foi construído o forno do lixo, que funcionou durante quase 50 anos queimando os resíduos produzidos na Capital. Em 1958, como implicação do aumento da população e da produção de resíduos, surge o lixão da cidade. A partir daí, os resíduos sólidos passaram a ser dispostos no manguezal do bairro Itacorubi, em uma área de aproximadamente 12 hectares (FLORIANÓPOLIS, 2013a).

³⁹ Associação de Coletores de Materiais Recicláveis e Associação de Recicladores Esperança.

O lixão do Itacorubi manteve-se ativo durante 30 anos, ocasionando problemas de saúde pública e de degradação do mangue, e, em 1990, graças à pressão popular, o lixão foi desativado. A partir dos anos 2000, a área ocupada pelo lixão passou a abrigar o Centro de Transferência de Resíduos Sólidos (CTReS), com Estação de Transbordo da Comcap, o centro de triagem gerenciado por associações de catadores, o espaço de educação ambiental e o Museu do Lixo. A Estação de Transbordo, que inclui um galpão onde é feita a descarga para a transferência do lixo coletado ao destino final, possui 600 metros de área construída e capacidade para operacionalizar 450 toneladas por dia (FLORIANÓPOLIS, 2013a).



Figura 9 - Fluxo de Resíduos Sólidos Urbanos recolhidos em Florianópolis.

Fonte: SOUZA (2013).

A figura 9 mostra a localização do CTReS no mapa de Florianópolis e a rota dos resíduos sólidos coletados. Em azul está a localização das principais associações de catadores da cidade, a ACMR e a Aresp. O lixo domiciliar gerado no município é recolhido por meio da coleta convencional e da coleta seletiva, com destinos diferentes para os resíduos coletados

por cada tipo de coleta. Na próxima seção são apresentadas informações sobre a coleta convencional de resíduos no município.

5.1 Coleta convencional

Conforme informações da Prefeitura de Florianópolis, 98% dos moradores da cidade são beneficiados pelo sistema de coleta convencional realizado de porta em porta (FLORIANÓPOLIS, 2013a). Segundo o servidor de apoio técnico da Comcap, (informação verbal), a população não atingida pela coleta de porta em porta, devido ao fato de morarem em locais de difícil acesso aos caminhões coletores, utiliza as lixeiras e coletores de lixo dispostos pela cidade, o que faz com que a coleta convencional atinja 100% da população de Florianópolis.

Após recolhidos, os resíduos sólidos urbanos passam pela Estação de Transbordo, no CTReS, em Itacorubi; o material reciclável é doado às associações de triadores e o lixo misturado é transportado pela Proactiva, empresa privada que realiza o transporte de resíduos para o aterro sanitário em Forquilha, no município de Biguaçu. Dessa forma, retirando o que é reciclado, 100% dos resíduos recolhidos pela Comcap são encaminhados para aterro sanitário (FLORIANÓPOLIS, 2013a).

No ano de 2012, a produção de resíduos sólidos no município foi de 174,7 mil toneladas, com crescimento de 6,4% em relação ao ano anterior. Nesse total, 11,4 mil toneladas são materiais recicláveis (FLORIANÓPOLIS, 2013a). De acordo com dados do SNIS (Figura 10), a quantidade de resíduos sólidos urbanos coletados por ano em Florianópolis é crescente desde o ano 2002, bem como a quantidade coletada ao dia em relação à população urbana.

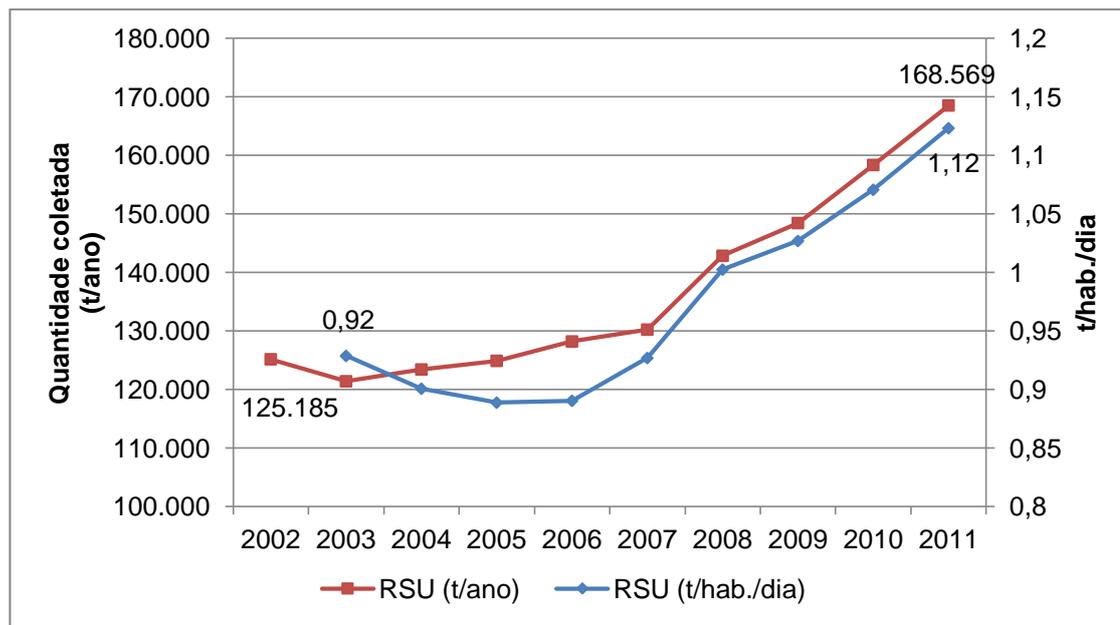


Figura 10 - Quantidade de RSU coletado por ano e quantidade média de RSU coletado ao dia por habitante em Florianópolis a partir do ano de 2002.

Fonte: Elaboração própria com base em dados dos Diagnósticos do Manejo de Resíduos Sólidos (SNIS, 2002; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011).

Questionado sobre a quantidade de resíduos sólidos coletados através da coleta convencional, o apoio técnico da Comcap (informação verbal) informou que a média de resíduos sólidos coletados está em torno de 450 toneladas ao dia. Também foi informado que nas coletas realizadas nas segundas-feiras chega-se a 600 toneladas e na virada do ano coletam-se quase 1000 toneladas. Nos meses de alta temporada a quantidade de resíduos sólidos coletados em toda a cidade aumenta de 30% a 40%, porém há bairros que chegam a dobrar sua produção de resíduos (informação verbal).

Apesar da existência de coleta seletiva de porta em porta na cidade, segundo o apoio técnico da Comcap (informação verbal), cerca de 70% dos resíduos recolhidos via coleta convencional poderiam ser separados pela população para reciclagem e compostagem. O restante seriam os rejeitos, cuja destinação adequada é o aterro sanitário.

Conforme informações do SNIS (2011), 20% da população de Florianópolis é atendida diariamente pela coleta convencional e 80% de 2 a 3 vezes por semana. A Comcap conta com 236 garis e 64 motoristas para realizar este tipo de coleta (SOUZA, 2013). A frota da empresa, distribuída entre a coleta convencional e a coleta seletiva, é composta por 47 caminhões compactadores, dos quais 30 possuem mais de 10 anos, 31 caminhões basculantes

com carroceria ou baú, sendo que 26 têm mais de 10 anos, 5 caminhões poliguindastes e 4 tratores agrícolas com reboque, ambos com mais de 10 anos (SNIS, 2011). Segundo o apoio técnico da Comcap (informação verbal), o fato de que grande parte da frota possui mais de 10 anos implica em uma maior manutenção dos caminhões, o que poderia ser sanado com a modernização da frota.

De acordo com o SNIS (2011), a receita arrecadada com serviços de limpeza urbana em Florianópolis no ano de 2011 foi de R\$ 34.900.533,00 e o total de despesas realizadas foi de R\$ 103.891.029,00. Desse total, R\$ 51.789.678,00 são despesas realizadas com a coleta de resíduos sólidos urbanos, domiciliares e públicos, valor que não inclui os gastos com a destinação final de resíduos. A prefeitura de Florianópolis cobra uma taxa, juto ao IPTU, referente aos serviços de limpeza urbana, no entanto, conforme o relatório sobre a gestão de RSU em Florianópolis, elaborado por Souza (2013), a taxa de coleta cobre apenas 33% das despesas. A informação também foi exposta pelo funcionário de apoio técnico da Comcap (informação verbal) em entrevista.

Segundo o apoio técnico da Comcap (informação verbal), o custo da coleta depende do bairro. Isto é, nos bairros mais distantes da cidade, onde não há alta concentração de população, tem-se um custo mais elevado. Já em bairros do continente ou centro, com alta concentração de habitantes, o custo é menor. Conforme estimativa do SNIS (2011), o custo médio por tonelada do serviço de coleta de RSU em Florianópolis é de R\$ 309,05/t. Essa estimativa considera a soma das despesas da Comcap com os serviços de coleta e a quantidade coletada pela Comcap no ano de 2011⁴⁰, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Estimativa do custo com a coleta de RSU em Florianópolis em 2011.

Despesa com coleta de RSU (R\$/ano)	51.789.678,00
Quantidade coletada (t/ano)	167.580
Custo médio da coleta regular (R\$/t)	309,05

Fonte: Elaboração própria com base em dados do SNIS (2011).

⁴⁰ A quantidade coletada utilizada para a estimativa inclui apenas os resíduos coletados pela Comcap no ano de 2011 (167.580 t.). A quantidade coletada por outros agentes (989 t.) não é incluída no cálculo, pois a metodologia do SNIS parte do princípio de que tais agentes transportam seus próprios resíduos à destinação final. Dessa forma, a quantidade total coletada utilizada no cálculo difere da quantidade total realmente coletada no município (168.569 t.).

O custo da coleta regular de resíduos em Florianópolis é 3,2 vezes maior que o custo médio da coleta regular no Brasil, R\$ 95,00⁴¹ (CEMPRE, 2012). Para a Proactiva, empresa privada que realiza o transporte dos resíduos até o aterro sanitário em Biguaçu, é pago o valor de R\$ 22,59 por tonelada de resíduos transportada. A despesa com aterro sanitário é de R\$ 85,20 por tonelada (SNIS, 2011). Portanto, o custo total com a disposição final dos resíduos é de cerca de R\$ 107,80 por tonelada.

5.2 Coleta Seletiva

As primeiras experiências de coleta seletiva em Florianópolis foram implementadas a partir de 1986, durante as discussões para acabar com o lixão do Itacorubi. As iniciativas se deram nas comunidades do Mocotó e Monte Verde e na Avenida Beira-Mar Norte, evoluindo nos anos seguintes, 1987 e 1988, para a formalização do Projeto Beija-flor. O objetivo do Projeto era tratar o lixo domiciliar dentro das comunidades que o produziam, incentivando a coleta seletiva, a comercialização do material reciclável, a compostagem do material orgânico e o encaminhamento de rejeitos ao ponto de coleta convencional mais próximo. Dessa forma, o Projeto Beija-flor é considerado o embrião do sistema de coleta seletiva vigente no município (FLORIANÓPOLIS, 2013a).

Em 1994 foi implantada no município a coleta seletiva pelo sistema de porta em porta, sendo Florianópolis a primeira cidade do Brasil a consolidar esse sistema. Em 2009, a Prefeitura, por meio da Comcap, assumiu a coleta seletiva no centro da cidade, executada anteriormente por catadores, e com isso aumentou em 165% a quantidade de materiais recicláveis coletados. O crescimento anual se manteve elevado desde então, foi de 43% em 2010 e de 30% em 2011 (FLORIANÓPOLIS, 2013a).

No ano de 2012, a produção da coleta seletiva em Florianópolis foi de 11,4 mil toneladas, o que representa um crescimento de 15,7 % em relação ao ano anterior e 6,5% do total de resíduos coletados na cidade (FLORIANÓPOLIS, 2013a). Segundo o gerente da coleta seletiva da Comcap (informação verbal), a média de resíduos coletados através da coleta seletiva é de cerca de 900/950 toneladas de resíduos por mês. Em época de alta

⁴¹ O valor médio da coleta regular de lixo é de US\$ 47,50 ou R\$ 95,00. US\$ 1,00 = R\$ 2,00 (CEMPRE, 2012).

temporada há um aumento de 30%, chegando a 1200 toneladas/mês. Os dados do SNIS (2011), figura 11, mostram a evolução da coleta seletiva desde 2003.

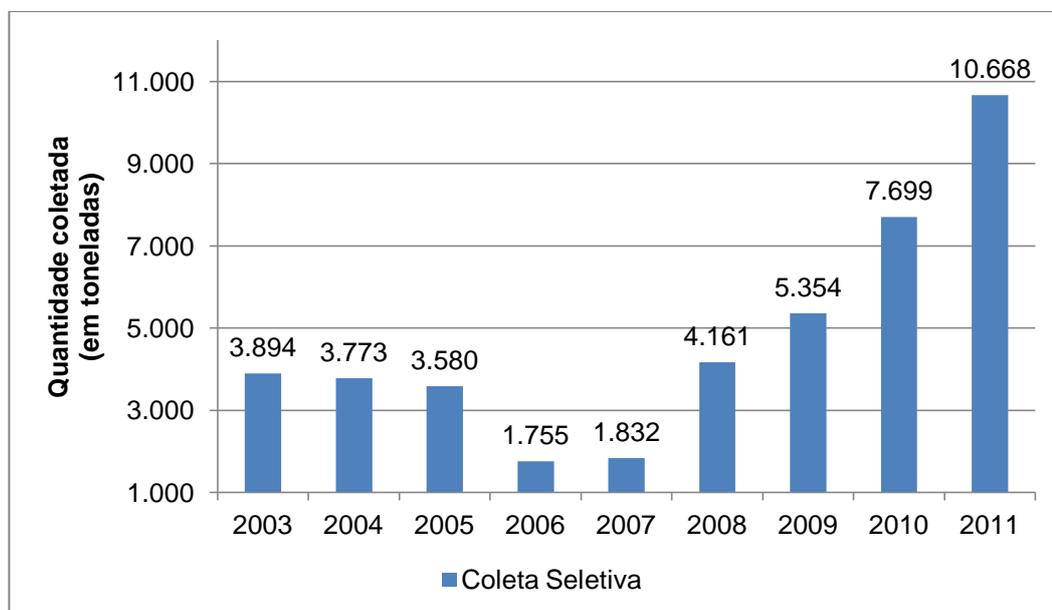


Figura 11 - Quantidade de resíduos coletados via coleta seletiva a partir do ano de 2003.

Fonte: Elaboração própria com base em dados dos Diagnósticos do Manejo de Resíduos Sólidos (SNIS, 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011).

Nota: As quantidades correspondem ao total coletado, exceto matéria orgânica.

Conforme informações da Prefeitura, a coleta seletiva alcança todos os bairros da cidade, atendendo diretamente 97% dos domicílios (FLORIANÓPOLIS, 2013a). O gerente da coleta seletiva (informação verbal) esclarece que a coleta seletiva não atende diretamente o alto dos morros e locais onde os caminhões tenham que manobrar de ré, para os quais seriam necessários caminhões de pequeno porte. Segundo o servidor, a solicitação de novos caminhões para atender estes locais já foi realizada e com isso espera-se atender 100% da população pela coleta seletiva.

Em 30% dos bairros da cidade, área continental e bairros próximos ao Centro, a coleta seletiva é executada duas vezes por semana. Na região central a coleta seletiva é diária e nos bairros do Norte, Sul e Leste da Ilha a coleta é realizada uma vez por semana. A coleta é feita por 57 garis e 14 motoristas, que se utilizam de 8 caminhões baús de 30 m³, 2 caminhões compactadores e 1 caminhonete (FLORIANÓPOLIS, 2013a).

O custo com a coleta seletiva não é informado pelo SNIS (2011), no entanto, a pesquisa Ciclossoft do Cempre (2012) estima o custo com a coleta seletiva em Florianópolis igual a R\$ 462,00/t⁴², valor que vem decrescendo desde 2008, conforme a figura 12. O custo com a coleta seletiva na cidade é ligeiramente superior ao custo médio nacional, R\$ 424,00/t, divulgado pelo Cempre (2012).

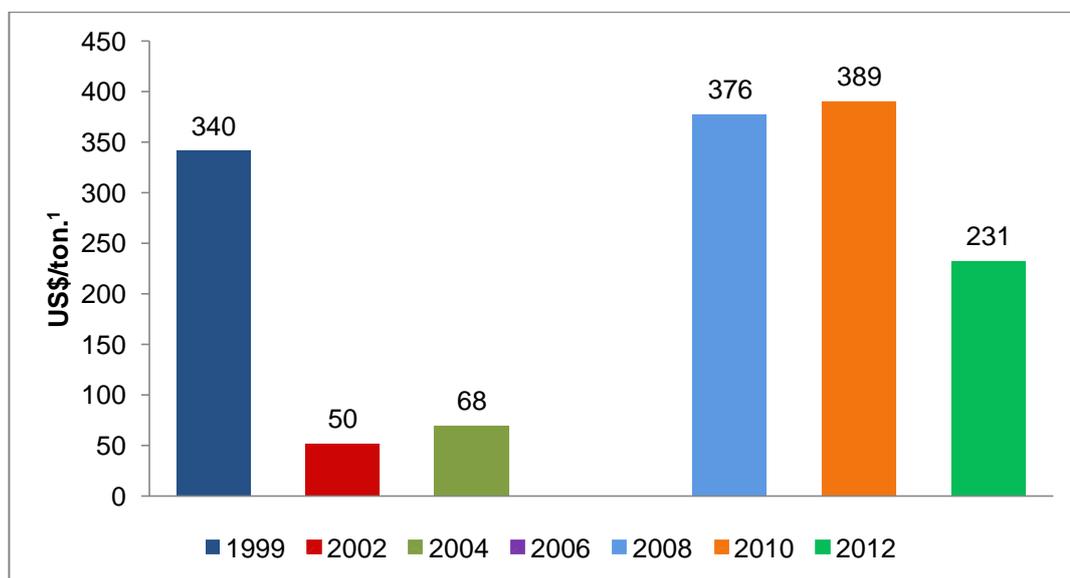


Figura 12 - Evolução do custo com a coleta seletiva em Florianópolis.

Fonte: CEMPRE (2012)

¹ US\$ 1,00 = R\$ 2,00.

Obs.: Custo não informado para o ano 2006.

De acordo o Relatório Anual da Comcap, o Plano Municipal de Saneamento de Florianópolis, em aprovação na Câmara de Vereadores, estabelece que, em 2015, o sistema público de coleta seletiva deve desviar do aterro sanitário 20% da produção de resíduos, o equivalente a 2.600t/mês. Baseando-se na meta, o município deve atingir o percentual de 40% (5.200 t/mês) até o ano de 2020 e de 60% (7.800 t/mês) até 2030, através de práticas de reciclagem. Até o momento, segundo a Comcap, foram desviados 6,51%, indicando ser necessário ampliar os serviços para atender ao Plano Municipal e às normas da Lei 12.305 de 2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) (COMCAP, 2013).

⁴² O custo com a coleta seletiva em Florianópolis é de US\$ 231,00/ton. O valor para conversão em reais foi de US\$ 1,00 = R\$ 2,00 (CEMPRE, 2012).

Para o gerente da coleta seletiva da Comcap (informação verbal), a cidade está se adequando às normas da PNRS, buscando atingir 100% de reciclagem. O gerente informa que em 2012 foi implantado um PEV (Ponto de Entrega Voluntária), localizado no CTReS em Itacorubi, para aumentar a quantidade de resíduos recicláveis recolhidos e possibilitar um local de entrega àqueles não atendidos pela coleta direta. Há também a intenção de se implantar mais dois PEVs em Florianópolis, um no Sul e outro no Norte da Ilha.

As pessoas precisam fazer a triagem em casa e levar o material separado, pois no PEV há contêineres para cada tipo de material reciclável. No local, segundo o gerente da coleta seletiva (informação verbal), há funcionários em três turnos que recebem o material e orientam as pessoas quanto à acomodação dos materiais. Além do recebimento de materiais recicláveis, o PEV recebe o lixo pesado, como móveis, madeira ou plástico em grande quantidade, cujo recolhimento é feito apenas uma vez por ano em cada bairro da cidade. A possibilidade de levar o lixo pesado e não esperar pela coleta anual estimula as pessoas a utilizarem o PEV tanto para o material reciclável quanto para o lixo pesado.

Questionado sobre a educação ambiental da população e meios de divulgação da coleta seletiva, o gerente da coleta seletiva (informação verbal) comentou sobre a existência de educadores ambientais que realizam palestras explicando sobre a coleta seletiva. No entanto, conforme o gerente, em época de alta temporada há certa dificuldade em executar a coleta seletiva, pois algumas pessoas não tem o hábito de separar o material corretamente, dispendo os resíduos de maneira inadequada para a coleta seletiva.

Apesar de a coleta seletiva ser feita formalmente pela Comcap, o gerente da coleta seletiva (informação verbal) afirma que catadores particulares e atravessadores⁴³, não pertencentes às associações, ainda circulam na cidade coletando e vendendo material reciclável. Para o gerente, a coleta informal deve abarcar 10% do material disponível para a coleta.

O material coletado pela Comcap via coleta seletiva é transportado para o CTReS apenas para pesagem. Após esta etapa, o material é doado preferencialmente para a ACMR e a Aresp⁴⁴, que realizam a triagem e a venda dos materiais. As duas associações possuem capacidade para triar entre 50% e 60% do volume coletado. Desde 2009 a ACMR assumiu o galpão de triagem da Comcap, em Itacorubi, e passou a receber a maior parte do material da coleta seletiva, cerca de 600 t/mês. A Aresp, localizada no Bairro Monte Cristo, recebe

⁴³ Os atravessadores compram os materiais recicláveis dos catadores para vender para a indústria. Segundo o dicionário Priberam, atravessador é aquele que compra bens ou serviços a um produtor para revender a outro comerciante (<http://www.priberam.pt/dlpo/atravesador>).

⁴⁴ Associação de Coletores de Materiais Recicláveis e Associação de Recicladores Esperança.

aproximadamente 60 t/mês e o restante é enviado e/ou comercializado com novos parceiros, localizados em municípios da Grande Florianópolis⁴⁵ (FLORIANÓPOLIS, 2013a).

Pelo fato de os materiais coletados pela coleta seletiva serem pesados em sua totalidade no CTReS, o gerente da coleta seletiva (informação verbal) esclarece que não há uma informação precisa de quanto é coletado diariamente de cada material reciclável. Informações provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), no ano de 2011, indicam que grande parte dos materiais coletados via coleta seletiva podem ser aproveitados para a reciclagem (Figura 13).

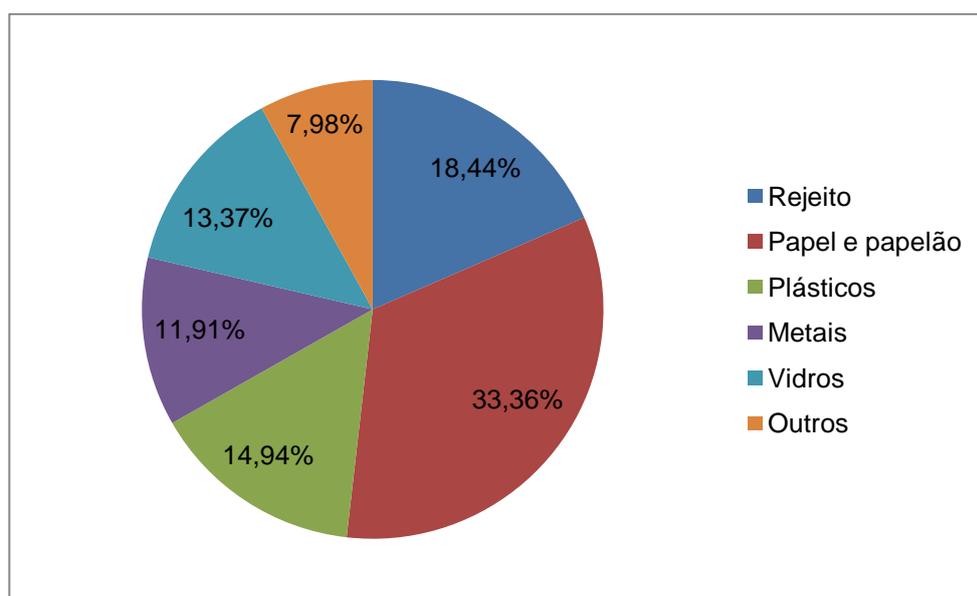


Figura 13 - Incidência de materiais sobre a coleta seletiva em Florianópolis (2011).

Fonte: Elaboração própria com base em dados do SNIS (2011).

Como pode ser analisado na figura 13, o principal material encontrado nos resíduos coletados é o papel/papelão, no entanto, a quantidade de rejeitos presentes no material é também bastante alta (18,44%). A tabela 3 apresenta a quantidade, em toneladas, coletada anualmente de cada material pela coleta seletiva.

⁴⁵ São José e Biguaçu.

Tabela 3 - Quantidades coletadas pela coleta seletiva no ano de 2011.

Material	Quantidade (ton.)
Total (exceto matéria orgânica)	10.668
Rejeitos	1.967
Papel e papelão	3.558,90
Plásticos	1.593,90
Metais	1.270,70
Vidros	1.426,60
Outros	850,90

Fonte: Elaboração própria com base em dados do SNIS (2011).

As associações de Florianópolis, conforme o gerente da coleta seletiva (informação verbal), não possuem capacidade para triar todo o material coletado pela Comcap, o que faz com que seja necessário enviar o material excedente para fora da cidade, cerca de 40% da quantidade mensal coletada. A Comcap possui um cadastro dos triadores da região, porém destina o material sem compromisso formal. Segundo o gerente, na coleta convencional há muito material reciclável desperdiçado que vai para o aterro sanitário, porém se hoje se conseguisse separar adequadamente o que a coleta convencional retira não haveria para onde destinar o material reciclável (informação verbal).

Segundo informações da Prefeitura, no início de março de 2009 a ACMR possuía cerca de 100 associados e em 2013 o número está em torno de 60 associados, reflexo da realidade econômica da região. Por um lado, os associados se envolvem em empregos mais atrativos e, por outro, o baixo valor dos materiais e a dificuldade da venda de alguns, atrapalham a atividade (FLORIANÓPOLIS, 2013a). De acordo com o Relatório Anual da Comcap, a redução no número de associados provoca acúmulo de materiais no CTReS da Comcap e contribui para o envio de materiais para outros triadores da região (COMCAP, 2013).

Além do problema de escoamento dos materiais recicláveis para as associações, que não têm capacidade para triar todo o material coletado e, muitas vezes, ficam com seus galpões lotados, há também, em Florianópolis, dificuldade com a venda de alguns materiais, como o vidro. Em estudo da Comcap (2011) é relatado que falta comprador para o vidro coletado, o que faz com que o material fique acumulado nos galpões. Segundo o gerente da coleta seletiva (informação verbal), a cidade ainda tem essa dificuldade, principalmente no verão; há

apenas uma empresa de Tijucas⁴⁶ que compra o vidro coletado e exige que este esteja devidamente ensacado.

O material recebido pelas associações, após a triagem, é vendido para atravessadores que repassam esse material para as indústrias recicladoras. Para o gerente da coleta seletiva (informação verbal), a indústria “fechas as portas para os pequenos”, é necessário ter grande quantidade de material e transporte para vender diretamente para a indústria. Desse modo, os atravessadores costumam comprar material de várias associações para realizar a venda.

O gerente da coleta seletiva da Comcap (informação verbal) advertiu que as cooperativas praticam preços independentes na venda de cada material, podendo, inclusive, variar largamente. Segundo o IPEA (2010), existe uma grande heterogeneidade entre as cooperativas de catadores, tanto em termos dos preços a que as sucatas são vendidas pelas diferentes cooperativas como em termos da receita mensal obtida por catador – por exemplo, a receita para um quilograma de material ferroso pode variar entre R\$ 0,07 e R\$ 0,93. Os preços de venda da ACMR, de acordo com o gerente da coleta seletiva, estão na tabela 4.

Tabela 4 - Preços praticados pela ACMR em 2013.

Material	R\$/kg
Papel branco	0,39
Papelão	0,30
Plástico PET branco	1,80
Plástico PET colorido	1,60
Plástico bolha	1,70
Plástico (sacolinha)	0,50
Aço (lata)	0,60
Alumínio (lata)	2,30
Ferro	0,20
Vidro	0,40

Fonte: Gerente da Coleta Seletiva da Comcap (informação verbal).

Conforme Souza (2013), a ACMR, fundada em 1994, possui um galpão de alvenaria da Comcap com 1.139 m² de área coberta, área de pátio de 2.989 m², 2 esteiras para triagem, 5 prensas, carrinhos para movimentação de materiais e balança eletrônica. O material é

⁴⁶ Município de Santa Catarina, distante 50 km de Florianópolis.

comercializado a um preço médio de R\$ 0,25/kg e cada associado recebe mensalmente cerca de R\$ 1.500. Já a Aresp, fundada em 1999, possui um galpão de alvenaria de 500 m², esteira de triagem, 2 prensas, carrinhos para movimentação de materiais e balança eletrônica. A associação vende o material a um preço médio de R\$ 0,22/kg, gerando a renda média de R\$ 550 ao mês por associado (Souza, 2013).



Figura 14 - Imagens da ACMR e Aresp.

Fonte: SOUZA (2013).

Na parte superior da figura 14 estão imagens da ACMR, a área de pátio e a área interna, com acúmulo de materiais recicláveis. As imagens da parte inferior da figura 14 mostram os associados trabalhando na Aresp.

5.3 Estimativa do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento

Conforme apresentado anteriormente, a estimativa do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento (BLSR) é realizada da seguinte maneira:

$$\text{BLSR} = \text{GCD} + \text{CA} + \text{GMI} - \text{GAR} \quad (6)$$

em que,

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.

O cálculo do BLSR varia de acordo com os aspectos de cada município analisado. Devido a algumas peculiaridades de Florianópolis e à ausência de alguns dados exclusivos do município, na próxima subseção são apresentados alguns pressupostos para o cálculo e os componentes utilizados para estimar o BLSR.

5.3.1 Pressupostos para o cálculo do BLSR

Os GCD em Florianópolis são estimados com base em informações provenientes do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos do SNIS (2011). A Comcap, órgão gestor dos serviços de manejo de RSU em Florianópolis, é responsável por fornecer as informações sobre resíduos para o SNIS. O valor médio da coleta de resíduos no município é de R\$ 309,05/t. A coleta atinge 100% da população e o total coletado é destinado inteiramente para o aterro sanitário, localizado em Biguaçu. O gasto com o transbordo de resíduos é de R\$ 22,59/t e a despesa com aterro sanitário é de R\$85,20/t. Portanto, o valor de GCD será de R\$ 416,84 por tonelada de RSU, de acordo com a tabela 5.

Tabela 5- Gastos atuais e efetivos de coleta, transporte e disposição final de lixo urbano (GCD) em Florianópolis no ano de 2011.

GCD	R\$/t
Coleta	309,05
Aterro sanitário	85,20
Transbordo	22,59
Total GCD	416,84

Fonte: Elaboração própria com base em dados do SNIS (2011).

Conforme Motta (2006), pelo fato de não existirem informações disponíveis que permitam uma estimativa consistente dos impactos ambientais, a estimativa de CA poderia ser calculada com base no quanto ainda seria necessário gastar para implementar um sistema ideal de coleta e disposição de lixo que minimizasse os danos ambientais. No entanto, no caso de Florianópolis, a coleta regular de resíduos sólidos urbanos já atende a 100% da população e os resíduos coletados são enviados apenas para o aterro sanitário, considerado a melhor opção para a destinação final de resíduos por possuir o conjunto de sistemas e medidas necessários para a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

Apesar de os resíduos de Florianópolis serem enviados em sua totalidade para o aterro sanitário, o ideal, seguindo a gestão adequada de RSU proposta pela PNRS, seria que a maior parte desses resíduos fosse reciclada. Segundo o IPEA (2010), do ponto de vista da reciclagem, a destinação para aterros sanitários é considerada inadequada, pois, caso materiais recicláveis sejam enviados para esse destino sem passar por triagem, estes serão aterrados com resíduos orgânicos, o que impossibilita sua reciclagem. Dessa forma, apenas os rejeitos, não passíveis de reciclagem ou compostagem, deveriam ser encaminhados para a disposição final em aterros sanitários.

Por essa característica de Florianópolis, não é possível realizar o cálculo de CA para o município de acordo com sugestão de Motta (2006). Em vista disso, como estimativa dos danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo urbano em Florianópolis, utilizou-se o valor estimado dos benefícios associados à redução da emissão de gases do efeito estufa (GEEs) e o valor estimado dos benefícios associados à preservação da biodiversidade e de recursos não madeireiros de cada material, quando houver, disponíveis no trabalho do IPEA (2010).

No relatório do IPEA (2010), os GEEs foram valorados pelo preço de mercado da permissão de emissões para uma tonelada de carbono no esquema europeu de comércio de

emissões, o *European Union Emission Trading System* (EU ETS). O sistema comercializa os “créditos de carbono” segundo as normas do Protocolo de Quioto, refletindo com maior fidelidade a possibilidade de obtenção de recursos no Brasil com a redução de emissões. O valor médio das estimativas do preço da tonelada evitada de CO₂ foi de € 15,4, equivalente a R\$ 33,42⁴⁷. Para as emissões decorrentes de energia elétrica, utilizou-se o fator de emissão do sistema interligado nacional. O fator utilizado foi 0,034 t CO₂/MWh, correspondente à média dos valores mensais divulgados de três anos até novembro de 2009 (IPEA, 2010). A tabela 6 resume as emissões a partir de matérias-primas virgens e de material reciclável e o benefício gerado por tipo de material, segundo o IPEA (2010).

Tabela 6 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da emissão de GEEs.

Materiais	Custos ambientais associados à emissão de GEEs para a produção primária (t CO _{2e} /t)	Custos ambientais associados à emissão de GEEs para reciclagem (t CO _{2e} /t)	Benefício líquido da reciclagem (t CO _{2e} /t)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
Aço	1,46	0,02	1,44	48,12
Alumínio	5,1	0,02	5,08	169,77
Celulose	0,28	0,01	0,27	9,02
Plástico	1,94	0,41	1,53	51,13
Vidro	0,6	0,35	0,25	8,36

Fonte: IPEA (2010).

Os benefícios associados à preservação da biodiversidade e de recursos não madeireiros de cada material também são outra fonte para a estimativa dos danos ambientais resultantes da má coleta e disposição de RSU. De acordo com o IPEA (2010), principalmente no caso da produção de aço e papel a partir de matérias-primas virgens verifica-se a utilização extensa de áreas de florestas plantadas como fonte de matéria-prima. No caso de outros materiais, como o alumínio, plástico e vidro, tal problema ambiental ocorre em menor escala, pois a extração de matéria-prima se dá de forma mais concentrada no espaço.

⁴⁷ Utilizada a cotação de €/real média de janeiro/fevereiro de 2010, deflacionado para 2007 pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) (IPEA, 2010).

A reciclagem do aço e do papel pode possibilitar menor área de florestas homogêneas plantadas com espécies exóticas, viabilizando a existência de florestas nativas e, como consequência, maior proteção da biodiversidade e a exploração de recursos não madeireiros de modo sustentável (IPEA, 2010). No cálculo dos benefícios ambientais gerados a partir da reciclagem de aço e de papel não existem custos ambientais associados à reciclagem, pois, com a reciclagem, nenhuma área de extração de madeira é utilizada. Na tabela 7 estão os valores estimados dos benefícios ambientais com a reciclagem de aço e de papel.

Tabela 7 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da necessidade de solo para monocultura de árvores – eucalipto.

Materiais	Área de monocultura de árvores necessária para a produção primária (ha. ano/t)	Custos ambientais associados à perda de biodiversidade (R\$/ha. ano)	Custos ambientais associados à perda de produtos não madeireiros (R\$/ha. ano)	Custos ambientais associados à instalação da monocultura de eucaliptos (R\$/ha. ano)	Benefício líquido da reciclagem (R\$/t)
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).

Obs.: Os custos ambientais associados à biodiversidade devem-se às perdas de usos indiretos, tais como polinização, controle de pragas e equilíbrio das cadeias tróficas.

A tabela 8 apresenta a estimativa dos danos ambientais resultantes da má coleta e disposição de RSU (CA). Quanto aos benefícios ambientais associados à redução da emissão de GEEs, a reciclagem do alumínio é a que mais provoca benefícios, seguida pela reciclagem do plástico. Os dois materiais são também aqueles que mais danos ambientais geram quando não reciclados.

Tabela 8 - Danos ambientais resultantes da má coleta e disposição de RSU (CA) em Florianópolis.

Material	Benefício líquido da reciclagem associado à redução da emissão de GEEs (R\$/t)	Benefício líquido da reciclagem associado à preservação da biodiversidade e de recursos não madeireiros (R\$/t)	CA (R\$/t)
Aço	48,12	0,47	48,59
Alumínio	169,77	-	169,77
Papel/celulose	9,02	5,38	14,40
Plástico	51,13	-	51,13
Vidro	8,36	-	8,36

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IPEA (2010).

O cálculo das reduções de custos associados em matéria prima e outros insumos proporcionados pelo reaproveitamento (GMI) pode ser avaliado, de acordo com Motta (2006), sob duas hipóteses. Na primeira hipótese, que admite que o mercado de sucatas funciona em perfeita competição, o preço das sucatas reflete os ganhos líquidos de reduções de custos de produção derivados do reaproveitamento, isto é, o preço da sucata fornece o GMI menos os gastos associados ao reaproveitamento (GAR). Por outro lado, a segunda hipótese mede o verdadeiro custo de oportunidade, pois GMI é calculado com base nos custos evitados com energia, matéria-prima e água quando há reciclagem, e a estimativa de GAR baseia-se nos custos médios de coleta seletiva.

Para o cálculo sob a hipótese 1, preços de mercados competitivos, foi utilizada como estimativa de GMI-GAR em Florianópolis a média nacional de preços dos materiais recicláveis pelo fato de não haverem dados oficiais dos preços praticados pelas associações de Florianópolis. A média foi calculada com base nos dados de setembro/outubro de 2013 do Cempre (2013b). Apesar de o Cempre possuir dados de preços desde 2009, as cidades que fornecem as informações variam constantemente, por esse motivo foi calculada a média aritmética do preço da tonelada de cada material nas diferentes cidades que forneceram seus dados em setembro/outubro de 2013. Os preços do Cempre (2013b) estão na tabela 9.

Tabela 9 - Preço do material reciclável em R\$/t– Setembro/Outubro 2013.

Cidades	Papelão	Papel branco	Latas de aço	Latas de Alumínio	Vidro	Plástico rígido	PET	Plástico filme
Blumenau/SC	320	300	250	250	120	950	1050	320
São Paulo/SP	270	460	700	2300	100	1200	1950	-
Cordeirópolis/SP	320P	300P	320	2100P	100	600	1150	400
Brasília/DF	180	220	130	2100	60	690	830	400
Porto Alegre/RS	320	330P	140	2000	40	430	1700	800
Goiânia/GO	300P	320	260	2500	50	1000	1500	800
Natal/RN	150	230	180	2600	-	1000	900	200
Rio de Janeiro/RJ	320	380	390	2600L	180L	750PL	1900P	800PL

Fonte: CEMPRE (2013b).

Nota: P = prensado/ L = limpo.

Com os preços da tabela 9 foi calculada a média nacional de preços para cada material. Nos casos em que há mais de um tipo de cada material, como o papel que possui dois tipos com valores distintos e o plástico com três tipos e preços diferentes, foi utilizada a média do preço do material, para facilitar o cálculo de GMI – GAR. A tabela 10 apresenta a média dos preços por material e, portanto, os valores estimados para Florianópolis de GMI deduzidos do GAR, conforme a hipótese 1.

Tabela 10 - Preço médio da sucata por material (R\$/t).

Material	GMI - GAR
Aço	296,25
Alumínio	2056,25
Papel/celulose	295,00
Plástico	910,47
Vidro	92,85

Fonte: Elaboração própria com base em dados do CEMPRE (2013b).

Para o cálculo de GMI pela hipótese 2, relacionada ao verdadeiro custo de oportunidade, utilizou-se como estimativa para Florianópolis os benefícios associados à redução do consumo de energia, matéria-prima e água por material quando há reciclagem

estimados para o Brasil, disponíveis no relatório do IPEA (2010). Os benefícios se referem aos valores que se perderam por insumo devido à parcela não reciclada.

No trabalho do IPEA (2010), para se encontrar os benefícios associados à redução do consumo de matérias-primas, os valores dos custos da produção primária de aço, alumínio, papel, plástico e vidro, foram confrontados com os custos gerados pela reciclagem, que foram calculados considerando-se o custo do material secundário. O IPEA (2010) partiu do pressuposto de que uma tonelada de material secundário poderia ser convertida em uma tonelada de produto final⁴⁸. Devido aos pressupostos adotados e simplificações realizadas para chegar às estimativas, de acordo com o IPEA (2010), os valores devem ser considerados somente indicativos da ordem de grandeza dos benefícios da reciclagem e as comparações entre os diferentes materiais devem ser feitas com prudência, pelo fato de que o valor associado a cada material foi estimado com base em metodologias e fontes de dados diferentes. A tabela 11 apresenta o benefício líquido da reciclagem, calculado como a diferença entre os custos da produção primária e os custos da reciclagem.

Tabela 11 - Estimativa para o Brasil dos benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos.

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

Fonte: IPEA (2010).

Conforme a tabela 11, o custo da produção primária do plástico estimado pelo IPEA (2010) para o Brasil é quase três vezes maior que o custo a partir da reciclagem. No entanto, em termos absolutos, o alumínio é o material que mais gera benefícios relacionados à redução de matéria-prima, com R\$ 2.715,00/t, seguido pelo plástico, com R\$ 1.164,00/t.

⁴⁸ Apesar de adotar essa metodologia, o IPEA (2010) reconhece que, em muitos casos, a reciclagem é feita com uma mistura de sucata e matérias-primas virgens.

A estimativa do benefício associado à redução do consumo de energia para o Brasil foi feita pelo IPEA (2010) subtraindo-se os custos associados à geração de energia pela reciclagem dos custos associados à geração de energia para a produção a partir de matérias-primas virgens. O cálculo foi realizado a partir de uma pesquisa bibliográfica focada em pesquisas que avaliavam os custos ambientais de cada uma das principais formas de geração de energia no Brasil (IPEA, 2010). Na tabela 12 estão os valores dos benefícios associados à economia de energia pela reciclagem.

Tabela 12 - Estimativa para o Brasil 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)	Benefícios líquidos da reciclagem (R\$/t)
Aço	34,18	7,81	26,37
Alumínio	176,78	7,92	168,86
Papel/Celulose	11,98	2,26	9,72
Plástico	6,56	1,4	5,16
Vidro	23,99	20,81	3,18

Fonte: IPEA (2010).

Nota: Não estão computados custos ambientais associados à lixívia para o papel e ao petróleo para o plástico. Essa contabilização se encontra feita apenas em termos de emissões de GEEs.

Pode-se ver, pela tabela 12, que o material que mais contribui em termos de benefícios associados à redução no consumo de energia é o alumínio, com R\$ 168,86/t. De acordo com Motta (2006), a economia de energia elétrica que poderia ser obtida com a reciclagem de alumínio é alta porque sua produção é eletrointensiva. A economia chega a 95% do total exigido para a produção primária.

Para realizar a estimativa dos benefícios associados à redução do consumo de água, o IPEA (2010) adotou, para o cálculo do valor ambiental da água, a metodologia utilizada pelo Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). Devido à insuficiência de informações, não foi possível calcular os valores referentes ao consumo de água ou aos efluentes, sendo obtidos apenas os valores de captação. Conforme a tabela 13, os valores ambientais associados ao consumo de água para a produção a partir de matéria-prima são bastante baixos e os respectivos custos associados à reciclagem, ambos encontrados pelo

IPEA (2010), se mostraram insignificantes, por isso não foram incluídos no cálculo dos benefícios associados à redução no consumo de água.

Tabela 13 - Estimativa para o Brasil dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de água.

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

Fonte: IPEA (2010).

Apesar dos baixos valores associados à redução no consumo de água, o benefício é maior para o papel/celulose e para o alumínio. No entanto, segundo Motta (2006), a economia de água é relevante apenas para o papel e para o aço. Para os outros materiais, os gastos com matéria-prima virgem não são muito distintos dos gastos com material reciclado (Motta, 2006).

Com os dados referentes à economia de energia, matérias-primas e água quando há a reciclagem, estimados pelo IPEA (2010) para o Brasil, foram calculados os valores de GMI para cada material, conforme a hipótese 2, presentes na tabela 14. Os valores resultantes são utilizados como uma estimativa de GMI para Florianópolis. O alumínio e o plástico são os materiais que mais geram benefícios em termos de redução de matérias-primas, energia e água através da reciclagem.

Tabela 14 - Reduções de custos associados à energia, matérias-primas e água proporcionados pelo reaproveitamento (GMI) estimados para Florianópolis – hipótese 2.

Material	Benefícios associados à redução do consumo de insumos (R\$/t)	Benefícios associados à redução do consumo de energia (R\$/t)	Benefícios associados à redução do consumo de água (R\$/t)	GMI (R\$/t)
Aço	127	26,37	0,11	153,48
Alumínio	2.715	168,86	0,25	2884,11
Papel/Celulose	330	9,72	0,32	340,04
Plástico	1.164	5,16	0,02	1169,18
Vidro	120	3,18	0,01	123,19

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IPEA (2010).

Para obter o valor dos gastos associados ao reaproveitamento (GAR) sob a hipótese 2, utilizou-se o valor do custo com a coleta seletiva em Florianópolis no ano de 2012, informado pela pesquisa Ciclossoft do Cempre (2012). O Cempre (2012) estima um custo de R\$ 462,00/t⁴⁹. Esse valor é igual para todos os materiais, assim como o valor de GCD. Na próxima seção apresenta-se o BLSR, após a obtenção dos componentes necessários a sua formulação.

5.3.2 Demonstração do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento

Com a obtenção dos componentes do BLSR, foi possível estimar o valor total do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento e os valores que cada material reciclável pode gerar de benefícios através da reciclagem. O valor de BLSR foi ponderado pela participação de cada material no total de resíduos coletados via coleta seletiva, descontando-se os rejeitos. A ponderação foi realizada com base em dados do Cempre (2012) da composição gravimétrica das experiências brasileiras de coleta seletiva. Utilizou-se a composição gravimétrica média brasileira e não a composição de Florianópolis, informada pelo SNIS (2011), pelo fato de que nas informações do município há apenas a porcentagem de metais,

⁴⁹ O custo com a coleta seletiva em Florianópolis é de US\$ 231,00/ton. O valor para conversão em reais foi de US\$ 1,00 = R\$ 2,00 (CEMPRE, 2012).

não divididos entre aço e alumínio. Em razão de ser necessário descontar os rejeitos coletados para realizar a ponderação, transformou-se a porcentagem divulgada pelo Cempre (2012) retirando-se a porcentagem referente aos rejeitos, conforme a tabela 15.

Tabela 15 - Composição gravimétrica da coleta seletiva utilizada para ponderação do BLSR.

Material	Composição gravimétrica Cempre 2012 (%)	Composição gravimétrica utilizada (%)
Rejeitos	17,4	0
Aço	6,2	7,51
Alumínio	0,9	1,09
Papel/Celulose	45,9	55,57
Plástico	15,6	18,89
Vidro	9,1	11,01
Outros	4,9	5,93

Fonte: Elaboração própria com base em dados do CEMPRE (2012).

Após a ponderação, somando-se os valores ponderados de cada material reciclável tem-se o valor médio total ponderado de BLSR. O BLSR é apresentado na tabela 16, a primeira parte contém o cálculo partindo-se do pressuposto de que o mercado de recicláveis está em perfeita competição, no qual o preço da sucata de materiais recicláveis é igual a GMI-GAR (hipótese 1); a segunda parte analisa o verdadeiro custo de oportunidade da reciclagem, em que GMI representa as reduções de custos associadas aos insumos, oportunizada pela reciclagem, e GAR é o custo total com a coleta seletiva (hipótese 2).

Tabela 16 - Estimativas do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento pelo preço de mercado e pelo custo de oportunidade em Florianópolis/SC (R\$/t).

Hipótese	Material				
	Aço	Alumínio	Papel/Celulose	Plástico	Vidro
Hipótese 1					
Gastos coleta regular (GCD)	416,84	416,84	416,84	416,84	416,84
Danos ambientais (CA)	48,59	169,77	14,40	51,13	8,36
Preço médio da sucata (GMI-GAR)	296,25	2056,25	295,00	910,47	92,85
Total [GCD + CA + (GMI – GAR)]	761,68	2642,86	726,24	1378,44	518,05
Total ponderado	57,20	28,80	403,57	260,38	57,03
Valor médio = BLSR	806,98				
Hipótese 2					
Gastos coleta regular (GCD)	416,84	416,84	416,84	416,84	416,84
Danos ambientais (CA)	48,59	169,77	14,40	51,13	8,36
Reduções de custos (GMI)	153,48	2884,11	340,04	1169,18	123,19
Gastos coleta seletiva (GAR)	462,00	462,00	462,00	462,00	462,00
Total (GCD + CA + GMI – GAR)	156,91	3008,72	309,28	1175,15	86,39
Total ponderado	11,78	32,79	171,86	221,98	9,51
Valor médio = BLSR	447,92				

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a tabela 16, as estimativas de GCD e GAR são constantes para todos os materiais, pois os dois componentes são baseados nos custos com a coleta regular e a coleta seletiva em Florianópolis. O preço econômico é dado pelo valor médio dos valores dos materiais como uma média ponderada pela participação do material na tonelada de RSU coletada em coleta seletiva. Dessa forma, o objetivo da ponderação é expressar o resultado por tonelada que é coletada e levada para a reciclagem. Além disso, conforme Motta (2006), ao se utilizar o preço médio ponderado, os possíveis vieses estimativos passam a afetar todos os materiais igualmente.

Na hipótese 1, o valor ponderado do aço é R\$ 57,20, alumínio R\$ 28,80, papel R\$ 403,57, plástico R\$ 260,38 e vidro R\$ 57,03. Na hipótese 2, os valores ponderados do aço, alumínio, papel, plástico e vidro são, respectivamente, R\$11,78, R\$ 32,79, R\$ 171,86, R\$ 221,98, e R\$ 9,51. Apesar de os valores serem ponderados, quando se quer estimar o benefício gerado por uma tonelada de um dos materiais, deve-se utilizar o total ao invés do total ponderado.

Pela hipótese 1, que admite que o mercado de sucata está em perfeita competição, o BLSR é estimado em R\$ 806,98/t. O principal componente que reflete os ganhos líquidos com o reaproveitamento é o preço da sucata (GMI-GAR). Assim, a variação dos valores de cada material nesta hipótese, por definição, reflete as respostas do mercado em termos de preço. O alumínio, apesar de possuir o maior valor unitário de benefícios pelo alto preço da sucata, é o que menos contribui para o valor de BLSR, devido a sua baixa participação na composição gravimétrica da coleta seletiva.

É importante observar que a reduzida participação do alumínio na composição gravimétrica da coleta seletiva pode ser efeito de seu alto valor comercial, que faz com que o material seja coletado por catadores autônomos antes da coleta seletiva. O aço é outro material que, muitas vezes, não é coletado via coleta seletiva, sendo recolhido por ferros-velhos.

Na hipótese 2, que mede o verdadeiro custo de oportunidade, o BLSR é estimado em R\$ 447,92/t. As diferenças entre os valores desta hipótese são resultantes, principalmente, das estimativas de GMI. Observam-se para o aço, o papel e o vidro, por exemplo, valores de BLSR bastante distantes dos respectivos valores de mercado. Além disso, o alumínio apresenta valor de BLSR 2,5 vezes maior que o plástico – segundo maior valor.

Esta divergência não indica que o alumínio seja uma opção mais ambientalmente saudável, mas, sim, mostra que os altos custos de produção do alumínio, se poupados, gerariam maior ganho social por unidade de produção ou por tonelada, neste caso. O subsídio iria ser maior para este material porque o benefício social não se realiza plenamente pelas forças de mercado.

A divergência entre o valor médio de BLSR pela hipótese 1, R\$ 806,98/t, e o valor de BLSR pela hipótese 2, R\$ 447,92/t, pode-se dever a uma subestimativa de GMI e/ou às imperfeições de mercado capturadas nos preços privados das sucatas. Conforme Motta (2006), os valores de BLSR definiriam um intervalo de referência para um subsídio ou tributo que refletisse o preço da externalidade do reaproveitamento, estimulando a reciclagem ou o reaproveitamento de materiais. Desse modo, o preço da externalidade seria a soma do BLSR com o preço de mercado da sucata, conforme a Tabela 17.

Tabela 17 - Preço da externalidade do reaproveitamento

Hipótese	Material				
	Aço	Alumínio	Papel/Celulose	Plástico	Vidro
Preço da sucata	296,25	2056,25	295,00	910,47	92,85
BLSR (hipótese 2)	447,92	447,92	447,92	447,92	447,92
Preço da externalidade	744,17	2504,17	742,92	1358,39	540,77

Fonte: Elaboração própria.

Conforme Motta (2006), o tributo atuaria no sentido de aumentar o preço do produto, induzindo a menor utilização do material para reduzir sua oneração. Com o valor do tributo diferenciado por material, haverá um incentivo para que se utilize aquele de tributo menor. Já o subsídio valoriza a sucata de material, na medida em que esta tem um preço maior se retornada ao processo produtivo, estimulando assim o seu mercado (MOTTA, 2006).

Após a estimação do BLSR é realizada a estimativa do potencial benefício da reciclagem em Florianópolis, através da quantidade de material reciclável enviada para o aterro sanitário. O material enviado para o aterro sanitário em Biguaçu, com possibilidade de reciclagem, representa um prejuízo para o município visto que poderia ser recolhido e utilizado da mesma maneira que os materiais coletados através da coleta seletiva. Com a destinação do material para o aterro perdem-se os ganhos sociais, econômicos e ambientais associados à reciclagem e estimados pelo BLSR.

Os últimos dados sobre a coleta de RSU em Florianópolis indicam que foram coletadas 174,7 mil toneladas de resíduos em 2012, sendo 11,4 mil toneladas coletadas via coleta seletiva (FLORIANÓPOLIS, 2013a). Com a composição gravimétrica da coleta regular de resíduos no Brasil informada pelo IPEA (2010), descontados os resíduos orgânicos, estimou-se a quantidade de material reciclável presente nos resíduos coletados via coleta regular em Florianópolis. A estimativa do potencial de materiais recicláveis encontra-se na tabela 18.

Tabela 18 - Estimativa do potencial de material reciclável destinado ao aterro sanitário em Florianópolis (2012).

Material	Composição Gravimétrica (%)	Quantidade potencial estimada (t./ano)
Aço	2,1	3.668,7
Alumínio	0,3	524,1
Papel/Celulose	14,1	24.632,7
Plástico	10,7	18.692,9
Vidro	2,3	4.018,1
Total		51.536,5

Fonte: Elaboração própria com base em dados do IPEA (2010) e Florianópolis (2013a).

Cerca de 30% dos resíduos coletados pela coleta regular são materiais recicláveis enviados para o aterro sanitário. O papel e o plástico são os materiais presentes em maior quantidade na coleta regular de RSU. A tabela 19 apresenta a estimativa dos benefícios potenciais gerados pela reciclagem de RSU em Florianópolis, considerando-se o verdadeiro custo de oportunidade da reciclagem, caso os materiais recicláveis depositados no aterro sanitário fossem encaminhados para reciclagem.

Tabela 19 - Estimativa dos benefícios potenciais gerados pela reciclagem de RSU em Florianópolis (2012), com base no verdadeiro custo de oportunidade.

Material	Quantidade estimada (t./ano)	Benefício líquido do material (R\$/t.)	Benefício potencial (R\$/ano)
Aço	3.668,7	156,91	575.655,72
Alumínio	524,1	3008,72	1.576.870,15
Papel/Celulose	24.632,7	309,28	7.618.401,46
Plástico	18.692,9	1175,15	21.966.961,44
Vidro	4.018,1	86,39	347.123,66
Total			32.085.012,43

Fonte: Elaboração própria.

O valor para o benefício potencial da reciclagem de RSU em Florianópolis é estimado em, aproximadamente, R\$ 32 milhões por ano. Ou seja, caso todo o material passível de

reciclagem recolhido pela coleta regular e presente no aterro sanitário fosse encaminhado para a coleta seletiva e reaproveitado, o município teria ganhos e benefícios estimados em R\$ 32 milhões ao ano.

A análise do potencial por tipo de material indica que os principais benefícios potenciais estão no papel e no plástico, materiais presentes em maior quantidade no aterro sanitário. O benefício potencial do papel é estimado em R\$ 7,6 milhões por ano e o plástico, apesar de ser o segundo em termos de quantidade, é o que mais gera benefícios, quase R\$ 22 milhões anuais.

O alumínio, embora represente apenas 0,3% dos materiais encontrados nos resíduos da coleta regular, gera benefícios de cerca de R\$ 1,5 milhão por ano, superior aos valores estimados para aço e o vidro, presentes em maior quantidade nos RSU destinados ao aterro sanitário. O benefício do aço é estimado em, aproximadamente, R\$ 576 mil por ano e o ganho potencial do vidro ao ano é de cerca de R\$ 347 mil.

A soma dos valores dos benefícios potenciais representa quanto poderia ser o ganho com o reaproveitamento de materiais recicláveis presentes nos resíduos coletados em Florianópolis. Grande parte desse ganho é perdida, pois a maior parte do material é coletada pela coleta regular e enviada diretamente para o aterro sanitário, não sendo possível o reaproveitamento e a obtenção de benefícios para a sociedade e o meio ambiente. No entanto, do total coletado anualmente no município – 174,7 mil toneladas –, 11,4 mil toneladas foram coletadas via coleta seletiva, gerando ganhos para o município.

A tabela 20 apresenta o valor estimado dos benefícios obtidos com reciclagem de resíduos em Florianópolis a partir do total recolhido pela coleta seletiva, 11,4 mil toneladas ao ano. Novamente, para estimar os benefícios, foi utilizada a composição gravimétrica média da coleta seletiva brasileira, disponibilizada pelo Cempre (2012), em razão das informações para Florianópolis, divulgadas pelo SNIS (2011), não apresentarem a composição gravimétrica dos metais, aço e alumínio, em separado.

Tabela 20 - Estimativa dos benefícios obtidos através da reciclagem de RSU em Florianópolis (2012), com base no verdadeiro custo de oportunidade.

Material	Composição Gravimétrica	Quantidade estimada (t./ano)	Benefício líquido do material (R\$/t.)	Benefício obtido (R\$/ano)
Rejeitos	17,4	1.983,60	-	-
Aço	6,2	706,8	156,91	110.903,99
Alumínio	0,9	102,6	3008,72	308.694,67
Papel/Celulose	45,9	5.232,60	309,28	1.618.338,53
Plástico	15,6	1.778,40	1175,15	2.089.886,76
Vidro	9,1	1.037,40	86,39	89.620,99
Outros	4,9	558,60	-	-
Total				4.217.444,94

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Cempre (2012) e Florianópolis (2013a).

Os benefícios obtidos com a reciclagem em Florianópolis são da ordem de R\$ 4,2 milhões, 13,14% do total de benefício potencial. Esse valor poderia crescer através do aumento da importância da coleta seletiva no total coletado no município. O benefício obtido com o vidro é o que mais alcança o benefício potencial dentre os materiais analisados. Estimado em R\$ 89,6 mil, o benefício obtido com o vidro representa quase 26% do benefício potencial desse material, conforme a tabela 21.

Tabela 21 - Benefícios potenciais e obtidos com a reciclagem de RSU em Florianópolis (2012), com base no verdadeiro custo de oportunidade.

Material	Benefício potencial (R\$/ano)	Benefício obtido (R\$/ano)	% obtida	% no total de benefício potencial	% no total de benefício obtido
Aço	575.655,72	110.903,99	19,26	1,79	2,63
Alumínio	1.576.870,15	308.694,67	19,57	4,91	7,32
Papel/Celulose	7.618.401,46	1.618.338,53	21,24	23,74	38,38
Plástico	21.966.961,44	2.089.886,76	9,51	68,47	49,55
Vidro	347.123,66	89.620,99	25,81	1,09	2,12
Total	32.085.012,43	4.217.444,94			

Fonte: Elaboração própria.

O percentual obtido pela reciclagem do plástico alcança apenas 9,51% do benefício possível, a menor porcentagem dentre os materiais. Em relação ao valor total de benefícios, a reciclagem desse material, responsável por 68,46% do valor de benefícios potenciais em Florianópolis, representa 49,5% do total de benefícios atuais. O papel, cuja contribuição para o valor potencial de benefícios era de 23,74%, aumentou sua representatividade no total obtido, passando para 38,38%. Em termos de porcentagem obtida em relação ao potencial, está em segundo lugar, com 21,24%.

O benefício atual da reciclagem de aço e do alumínio em Florianópolis alcança cerca de 19% do benefício potencial desses materiais. Comparando-se os valores desses materiais ao total potencial e obtido no município, ambos aumentaram sua representação no total obtido. Dentre os materiais analisados, a participação do total de benefícios obtidos decresceu apenas no caso do plástico. Apesar de pequenas diferenças entre os percentuais de cada material no total potencial e no total alcançado, o plástico segue sendo o principal gerador de benefícios, seguido pelo papel, alumínio, aço e vidro.

5.4 Benefícios econômicos, sociais e ambientais da reciclagem em Florianópolis

Através da análise das informações sobre o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em Florianópolis/SC, provenientes de Comcap (2011; 2013), Florianópolis (2013a; 2013b) e Souza (2013), percebe-se a existência de diversos benefícios gerados pela reciclagem em Florianópolis e região. Os benefícios econômicos, sociais e ambientais são evidenciados nesta seção.

Dentre os benefícios econômicos da reciclagem de RSU já existentes em Florianópolis, está o aproveitamento pelas indústrias da Grande Florianópolis dos materiais triados pelas associações de recicladores. O aproveitamento de materiais recicláveis no processo produtivo industrial faz com que os custos de produção, com matérias-primas, energia e água, diminuam. Outro benefício econômico é a geração de renda para, pelo menos, 100 famílias pertencentes às associações de triadores, que tiram seu sustento da venda de materiais recicláveis doados pela Comcap.

Através da reciclagem dos materiais coletados pela coleta seletiva há redução nos gastos com o transporte dos resíduos para o aterro sanitário, localizado em Biguaçu, a 40 km de

Florianópolis. Este benefício econômico tende aumentar à medida que se atinjam as metas de desvio dos RSU coletados pela coleta regular e enviados ao aterro sanitário.

A geração de emprego para a população dentro das associações de triadores e a melhora na qualidade de vida desses trabalhadores são os principais benefícios sociais da reciclagem encontrados em Florianópolis. Se os trabalhadores das associações não recebessem o material reciclável da Comcap, estariam recolhendo materiais nas ruas, muitas vezes com baixas condições de higiene e saúde. Além disso, os trabalhadores em associações tem maior nível de organização, triam uma quantidade maior e melhor de material reciclável e, portanto, conseguem vender o material por um preço maior, aumentando sua renda.

Como benefício social, também foi percebido que há um incentivo pela Comcap ao fortalecimento das associações de triadores em Florianópolis, visto que as associações da cidade não comportam a quantidade de resíduos coletada atualmente pela coleta seletiva e almeja-se aumentar esta quantidade. Dessa forma, há espaço no município para o crescimento das associações existentes e/ou para o surgimento de novas associações de triadores.

A redução da exploração de recursos naturais, pelas indústrias que se utilizam dos materiais recicláveis, é um dos principais benefícios ambientais da reciclagem em Florianópolis. Outro benefício ambiental é o prolongamento da vida útil do aterro sanitário para o qual Florianópolis destina seus resíduos, pois com a reciclagem grande parte dos resíduos é desviada dos aterros. Além disso, a reciclagem em Florianópolis pode evitar a poluição do solo, da água e do ar, melhorando a limpeza da cidade.

Apesar de todos os benefícios envolvidos na reciclagem de resíduos em Florianópolis, ainda existem algumas limitações à atividade no município. Tais entraves se referem à falta de comprador para o vidro triado pelas associações de catadores, o que faz com que o material se acumule no CTReS e nos próprios galpões das associações; à baixa capacidade de triagem das associações existentes em Florianópolis, que não conseguem triar todo o material coletado pela coleta seletiva da Comcap, sendo necessário enviar material para outros municípios da região; à falta de caminhões especiais para que a coleta seletiva seja feita em locais de difícil acesso e atinja 100% da população; à impossibilidade de venda dos materiais recicláveis diretamente para a indústria, sem passar pelo atravessador, o que elevaria os ganhos dos associados; e à baixa cooperação da população flutuante de Florianópolis com a coleta seletiva.

CONCLUSÃO

O objetivo da dissertação de mensurar os benefícios gerados pela reciclagem de RSU em Florianópolis foi cumprido com a utilização do cálculo do Benefício Líquido Social do Reaproveitamento, metodologia proposta por Motta (2006). Com o trabalho, foi possível inferir o quanto seria ganho, monetariamente, caso os resíduos gerados no município e passíveis de reciclagem fossem efetivamente reciclados. Dessa forma, as estimativas monetárias para os ganhos sociais, econômicos e ambientais gerados pela reciclagem permitem perceber a real grandeza desses benefícios.

O potencial de benefícios da reciclagem em Florianópolis foi estimado em cerca de R\$ 32 milhões, no entanto apenas R\$ 4,2 milhões – 13% – são atualmente realizados, ou seja, perde-se R\$ 27,8 milhões no lixo. O valor estimado para os benefícios demonstra que a reciclagem é uma alternativa para a redução da disposição final de resíduos viável economicamente, pois, através dela, há redução de danos ambientais, redução de custos de produção e geração de renda para a população. Além disso, apesar de um custo mais elevado com a coleta seletiva, fundamental para a reciclagem, as vantagens da reciclagem superam este custo. No entanto, o município tem muito mais a ganhar com a reciclagem.

Os maiores benefícios potenciais se encontram nos plásticos e nos papéis. Nos plásticos, o valor do benefício estimado (R\$ 21,9 milhões) é alto devido, principalmente, à economia com matéria-prima. Em relação ao papel, o valor do benefício por tonelada, pela hipótese do verdadeiro custo de oportunidade, não é tão elevado, estando em terceiro lugar dentre os materiais analisados, porém este é o material presente em maior quantidade nos resíduos, o que faz com que o benefício total gerado pelo material (R\$ 7,6 milhões) seja elevado. Os dois materiais são, também, aqueles que mais geram benefícios atualmente.

Um dos aspectos positivos do município é que 100% dos RSU coletados via coleta regular é destinado ao aterro sanitário, a forma mais adequada de disposição de resíduos. Além disso, conforme estabelecido no Plano Municipal de Saneamento de Florianópolis, pretende-se desviar do aterro sanitário, através da coleta seletiva, 60% desses resíduos até o ano de 2030. Para atingir essa meta, o município deve ampliar os serviços de coleta seletiva e buscar o envolvimento da população.

A coleta seletiva porta em porta, pioneira no Brasil, foi implantada em 1994. Com o objetivo de desviar os RSU do aterro sanitário, já existe no município plano para ampliação

deste tipo de coleta, através da introdução de novos roteiros de recolhimento e da implantação de mais PEVs no município. A fixação de metas para o programa, seguindo o Plano Municipal de Saneamento, deve auxiliar à maior captação de resíduos pela coleta seletiva.

Como forma de diminuir a quantidade de resíduos coletados pela coleta regular e aumentar a quantidade via coleta seletiva, a Prefeitura Municipal também poderia incentivar à reciclagem domiciliar e fortalecer os programas de educação ambiental, realizando mais palestras e propagandas sobre a coleta seletiva. As campanhas de conscientização também podem orientar sobre o desperdício de materiais orgânicos e recicláveis, informar sobre o funcionamento da reciclagem e seus benefícios, e orientar a população para não misturar o material reciclável nos resíduos domiciliares. Os resíduos orgânicos gerados no município têm um alto potencial ainda não explorado, podendo ser utilizados em usinas de compostagem para a fabricação de adubos.

Adotando a ideia de responsabilidade compartilhada pela minimização de resíduos, estabelecida pela PNRS, pode-se buscar a responsabilização do comércio do município pelas embalagens dos produtos vendidos, habilitando locais para a disposição destas. Outra forma de reduzir a quantidade de embalagens jogadas fora e estimular a reciclagem, é a instituição pelo município de um sistema de depósito/reembolso, cobrando uma taxa no momento da compra, pelo possível dano causado pelo descarte inadequado de materiais recicláveis, e reembolsando os consumidores quando estes retornaram as embalagens.

Com o estímulo à redução de materiais desperdiçados na coleta convencional e ao aumento de resíduos coletados pela coleta seletiva, a reciclagem de RSU no município pode crescer, gerando benefícios para toda a população e alcançando o potencial estimado de BLSR, R\$ 32 milhões. Dessa forma, a disposição em aterro sanitário será feita apenas para os resíduos não passíveis de reaproveitamento, inclusive os rejeitos da reciclagem.

A Lei 12.305, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, apresenta os instrumentos para a gestão adequada de resíduos sólidos urbanos. Com as informações apresentadas neste trabalho, vê-se que o município de Florianópolis procura seguir o regulamento proposto pela PNRS, o que mostra ser essencial a existência de uma política nacional voltada para esta questão. No entanto, para que seja possível alcançar as metas e colocar em prática os regulamentos estabelecidos pela PNRS em todo o Brasil, é fundamental que haja o acompanhamento do cumprimento desta lei.

As ações a serem feitas em Florianópolis para impulsionar a reciclagem de RSU devem levar em conta as limitações existentes no município, procurando solucioná-las para que a atividade possa crescer e atingir o potencial de benefícios estimado. Além disso, uma maior

articulação entre a Comcap, órgão gestor dos RSU no município, e as associações de triadores pode auxiliar a maximizar os benefícios econômicos, sociais e ambientais gerados pela reciclagem. A população também precisa estar consciente dos benefícios da reciclagem para que se possam atingir as metas propostas pelo Plano Municipal de Saneamento e coletar a maior parte dos resíduos pela coleta seletiva, tornando possível a reciclagem.

Portanto, o avanço na conscientização da importância e dos benefícios econômicos, sociais e ambientais gerados pela atividade de reciclagem de resíduos, por parte de todos os agentes envolvidos na gestão de RSU em Florianópolis, órgãos públicos, catadores associados e sociedade, podem alavancar o mercado de reciclagem no município. Como sugestão para futuras pesquisas na área e relacionadas ao município, indica-se a verificação das condições necessárias, e que atualmente sofrem limitações, para o desenvolvimento da reciclagem em Florianópolis: como evitar a atuação de intermediários/atravessadores na venda de material reciclável? Quais instrumentos poderiam ser utilizados para estimular a população, principalmente a flutuante, a cooperar com a coleta seletiva e com a reciclagem?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO). Disponível em: <<http://www.abal.org.br/>>. Acesso em: 16 out. 2013.

ABIVIDRO (ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO). Disponível em: <<http://www.abividro.org.br/>>. Acesso em 16 out. 2013.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 8.419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, ABNT: 1992.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 10.004: Resíduos Sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, ABNT: 2004.

ABRELPE (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2012. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2012.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2013.

ABREU, M. de F. **Do lixo à cidadania: Estratégias para a Ação**. Brasília: Caixa, 2ª Ed, 2001.

ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. **Leituras de Economia Política**, Campinas, (14): 1-31, ago.-dez. 2008.

APOIO TÉCNICO DO DEPARTAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA COMCAP. Informações sobre a coleta convencional de resíduos sólidos urbanos em Florianópolis/SC. Florianópolis, Sede da Comcap, 02 set. 2013. Entrevista a Luisa Caurio Rodriguez, 2013.

BRACELPA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL). Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/172>>. Acesso em: 11 out. 2013.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 26 set. 2013.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanitas Editora/FFLCH/USP, 3. ed., 1999.

CÁNEPA, E. M. Economia da poluição. In: MAY, P. H; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. da (Orgs.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003 – 2ª reimpressão, p. 61 – 79.

CEMPRE (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM). Fichas técnicas (2013a). Disponível em: <<http://www.cempre.org.br/>>. Acesso em: 11 out. 2013.

CEMPRE (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM). Pesquisa Ciclosoft (2012). Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2012.php>. Acesso em: 17 maio 2013.

CEMPRE (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM). **Política Nacional de Resíduos Sólidos: agora é lei [201-]**. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/download/pnrs_002.pdf>. Acesso em: 26 set. 2013.

CEMPRE (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM). Preço do material reciclável Setembro/Outubro 2013 (2013b). Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ci_2013-0910_reciclavel.php>. Acesso em: 30 nov. 2013.

CHAVES, I. R.; SOUZA, O. T. de. A gestão dos resíduos sólidos urbanos no Rio Grande do Sul: uma estimativa dos benefícios, econômicos, sociais e ambientais. In: FEE. **6º Encontro de Economia Gaúcha**, 2012. Disponível em: <http://www.fee.tche.br/sitefee/download/eeg/6/mesa8/A_Gestao_dos_Residuos_Solidos_no_RS-Uma_Estimacao_dos_Beneficios_Economicos_Sociais_e_Ambientais.pdf>. Acesso em: 28 out. 2013.

COHEN, C. Padrões de consumo e energia: efeitos sobre o meio ambiente e o desenvolvimento. In: MAY, P. H; LUSTOSA, M. C; VINHA, V. da. **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003 – 2ª reimpressão, p. 245 - 270.

COMCAP (COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL). Gestão dos resíduos em Florianópolis, 2011. Comcap, Florianópolis, setembro de 2011. Disponível em: <<http://www2.fiescnet.com.br/web/uploads/recursos/5eda8394a3cb5873b37f26306a85fa7e.pdf>>. Acesso em 15 ago. 2013.

COMCAP (COMPANHIA MELHORAMENTOS DA CAPITAL). Relatório da administração do exercício de 2012. Comcap, Florianópolis, março de 2013. Disponível em:

<<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/index.php?pagina=govgestao&menu=2>>. Acesso em: 27 nov. 2013.

CORECON-RJ (CONSELHO REGIONAL DE ECONOMIA DO RIO DE JANEIRO). Disponível em: <http://www.corecon-rj.org.br/Grandes_Economistas_Resultado.asp?ID=127>. Acesso em: 20 dez. 2013.

ECO-UNIFESP. Disponível em: <http://dgi.unifesp.br/ecounifesp/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=9>. Acesso em: 11 out. 2013.

FELDMANN, F. A parte que nos cabe: consumo sustentável? In: TRIGUEIRO, A. (Coord.) **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003, p. 143 - 157.

FLORIANÓPOLIS (a). Prefeitura Municipal de Florianópolis. Companhia Melhoramentos da Capital (2013a). Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/index.php?cms=evolucao+da+limpeza+publica+na+capital&menu=1>>. Acesso em: 21 set. 2013.

FLORIANÓPOLIS (b). Prefeitura Municipal de Florianópolis. Companhia Melhoramentos da Capital (2013b). Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/index.php?cms=apresentacao&menu=1>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

GERÊNCIA DA COLETA SELETIVA DA COMCAP. Informações sobre a coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos em Florianópolis/SC. Florianópolis, Sede da Associação dos Empregados da Comcap, 02 set. 2013. Entrevista a Luisa Caurio Rodriguez, 2013.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 2002, 4ª. Ed.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo: Thomson Learning, 2003, 3ª Ed.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). IBGE Cidades, 2013. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=420540&search=santa-catarina|florianopolis|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Tendências demográficas no período de 1940/2000 [20--]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/tendencia_demografica/analise_populacao/1940_2000/comentarios.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2013

IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA). Relatório de Pesquisa sobre Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos para a Gestão de Resíduos Sólidos. Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur), Brasília, 2010.

MAPA. Localização de Florianópolis no Brasil. Disponível em: <http://cartoriosilva.com.br/images/mapa1_santo_antonio.jpg>. Acesso em: 28 dez. 2013.

MAPA. Mapa dos distritos administrativos de Florianópolis. Disponível em: <http://www.mobfloripa.com.br/mapas_det.php?codigo=31#>. Acesso em: 11 nov. 2013.

MAY, P. Economia ecológica e o desenvolvimento equitativo no Brasil. In: CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. 2ª ed. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1998, p. 235 - 251.

MAY, P. H; LUSTOSA, M. C; VINHA, V. da. **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003 – 2ª reimpressão.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE); MEC (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO). **Manual de Educação para o Consumo Sustentável**. Brasília: IDEC, 2005, 160 p.

MONTEIRO et al., J. H. P. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MOTTA, R. S. da. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora, FGV, 2006, 228p.

MOTTA, R. S. da. **Manual para valoração econômica de recursos naturais**. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, set. 1997.

NOVAES, W. Agenda 21: um novo modelo de civilização. In: TRIGUEIRO, A. (Coord.) **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003, p. 323 - 331.

ORTIZ, R. A. Valoração econômica ambiental. In: MAY, P. H; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. da (Orgs.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003 – 2ª reimpressão, p. 81 – 99.

PLASTIVIDA (INSTITUTO SÓCIO-AMBIENTAL DOS PLÁSTICOS). Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/2009/Reciclagem_Oque-e.aspx>. Acesso em: 12 out. 2013.

PERMAN et al. **Natural resource and environmental economics**. 3 th. ed. Harlow, England: Pearson Education, 2003.

PNUD (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO). Ranking IDH Municípios, 2010. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

PNUD (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO). Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/perfil/florianopolis_sc>. Acesso em: 11 jan. 2014.

REIS, L. B. dos.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005.

RODRIGUES, R. B.; GARUTTI, S.; D'OLIVEIRA, P. S. Estudo da viabilidade econômica da reciclagem de resíduos sólidos urbanos em Maringá, PR. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, vol. 1, n. 3, 2008.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. H; LUSTOSA, M. C; VINHA, V. da. **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003 – 2ª reimpressão, p. 1 - 29.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SILVA, M. A. R. da. Economia dos recursos naturais. In: MAY, P. H; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. da (Orgs.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003 – 2ª reimpressão, p. 33 – 60.

SIRKIS, A. O desafio ecológico das cidades. In: TRIGUEIRO, A. (Coord.) **Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003, p. 215 – 229.

SNIS (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO). Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, 2011. Ministério das Cidades, Secretaria de Saneamento Ambiental (SNSA), Brasília, jun. 2013.

SOUZA, K. S. de. Experiência do município de Florianópolis na gestão de resíduos sólidos. Departamento Técnico da Comcap, Florianópolis, 2013. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/kerine_silva.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2013.

STRAUCH, M. Gestão de recursos naturais e resíduos. In: STRAUCH, M; ALBUQUERQUE, P. P (Orgs.). **Resíduos: como lidar com recursos naturais**. São Leopoldo: Oikos, 2008.

THOMAS, J. M.; CALLAN, S. J. **Economia Ambiental: aplicações, políticas e teoria**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

TIETENBERG, T.; LEWIS, L. **Environmental & natural resource economics**. 9 th. ed. Prentice Hall: 2011.

TOLMASQUIM, M. T. Economia do meio ambiente: forças e fraquezas. In: CAVALCANTI, C. **Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. 2ª ed. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1998, p. 323 – 341.

TÔSTO, S. G.; MANGABEIRA, J. A.; PEREIRA, L. C. Valorando a natureza: economia ambiental ou economia ecológica? Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2011/11/16/valorando-a-natureza-economia-ambiental-ou-economia-ecologica-por-sergio-gomes-tosto-joao-a-mangabeira-e-lauro-charlet-pereira/>>. Acesso em: 01 abr. 2013.

UNCED (UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT). **Agenda 21**, 1992. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/agenda21.htm>>. Acesso em: 15 set. 2013.

WCED (WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT). **Our Common Future**, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>. Acesso em: 11 set. 2013.

APÊNDICES

A – Estrutura das entrevistas realizadas

1 Coleta Seletiva

- 1.1 Em que ano foi implantada a coleta seletiva?
- 1.2 A coleta seletiva atende a todos os bairros de Florianópolis?
- 1.3 Quais os dias da coleta seletiva?
- 1.4 A população colabora com a coleta seletiva?
- 1.5 A cidade está se adequando à Política Nacional de Resíduos Sólidos?
- 1.6 Os Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) são implantados em quais bairros?
- 1.7 O fato de a população ter que realizar a triagem dos materiais em casa e levá-los separados para os PEVs não desestimula seu uso?
- 1.8 Como é o processo de educação ambiental da população? Existem campanhas incentivando a reciclagem?
- 1.9 Quais os meios de divulgação da coleta seletiva?
- 1.10 Em época de alta temporada, há um aumento na quantidade de resíduos gerada?
- 1.11 Os turistas respeitam a coleta seletiva?
- 1.12 A coleta seletiva é realizada apenas pela Comcap ou existem outros agentes que realizam a coleta?
- 1.13 A maior parte da coleta é feita pela Comcap?
- 1.14 Para quais associações a Comcap destina o material coletado?
- 1.15 A divisão do material é feita igualmente entre as associações?
- 1.16 Como foi o processo de escolha das associações?
- 1.17 Em relação aos catadores que trabalham de forma autônoma, há algum cadastro com a Comcap?
- 1.18 Qual a quantidade coletada pela Comcap mensalmente?
- 1.19 Quanto é coletado de cada material?
- 1.20 Qual o custo da coleta Seletiva?
- 1.21 Qual o percentual de população atendida pela coleta seletiva?
- 1.22 Há a expectativa de se atender 100% da população pela coleta seletiva?
- 1.23 Quais os equipamentos/veículos e o número de funcionários que a Comcap possui para realizar a coleta seletiva?
- 1.24 Para onde as associações destinam o material que recebem?

- 1.25 Por que a venda não é feita diretamente para a indústria?
- 1.26 As associações recebem material de outra fonte?
- 1.27 Quais os preços de venda dos materiais?

2. Coleta convencional

- 2.1 Qual a quantidade coletada pela coleta convencional mensalmente?
- 2.2 Em época de alta temporada, há aumento na quantidade coletada?
- 2.3 A coleta convencional é feita em todos os bairros?
- 2.4 Qual o custo da coleta convencional?
- 2.5 Qual o destino dos resíduos coletados pela coleta regular?
- 2.6 Há algum tratamento antes do material ser destinado ao aterro sanitário?
- 2.7 Qual a distância do aterro sanitário?
- 2.8 Há cobrança de taxa da população? Quais gastos ela cobre?
- 2.9 Quais os equipamentos/veículo e o número de funcionários que a Comcap possui para realizar a coleta convencional?
- 2.10 Há uma estimativa de quanto dos resíduos coletados pela coleta regular é material reciclável?