

# **A Gestão dos Resíduos Sólidos no Rio Grande do Sul: Uma Estimação dos Benefícios Econômicos, Sociais e Ambientais**

**Iara Regina Chaves<sup>1</sup>**

**Osmar Tomaz de Souza<sup>2</sup>**

## **Área Temática: Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**

### **Resumo**

O objetivo neste artigo é estudar a gestão dos resíduos sólidos e, principalmente, os benefícios econômicos, sociais e ambientais que podem ser gerados a partir da sua reciclagem. Para tanto, a metodologia adotada foi a utilizada por Motta (2006) para identificar os benefícios líquidos sociais do reaproveitamento (BLSR), através da reciclagem dos materiais encontrados na coleta seletiva, sendo eles: o papel, o alumínio, o aço, o vidro e o plástico no Rio Grande do Sul. Com a aplicação da metodologia os resultados obtidos mostraram que a reciclagem de resíduos pode gerar ganhos. Apesar de possuir um custo mais elevado para os municípios, a coleta seletiva associada à reciclagem faz com que suas vantagens superem tais custos. Obteve-se como resultado o BLSR médio estimado pelo preço de mercado da sucata de R\$ 487,30 refletindo o benefício que o mercado de sucata trás para o Rio Grande do Sul. Por outro lado BLSR médio de reaproveitamento pelo custo de Oportunidade no Rio Grande do Sul foi de R\$ 627,37.

**Palavras chave:** Gestão de Resíduos. Reciclagem. Rio Grande do Sul.

### **Abstract**

This study aimed to study the economics, social and environmental benefits that recyclable materials may provide to the population. The methodology applied was the environmental valuation used by Motta (2006) to estimate the social net benefits of recycling (BLSR), through the recycling of materials found in selective collection: paper, aluminum, steel, glass and plastic in Rio Grande do Sul, Brazil. The results of the research shows that the recycling of wastes generates – to the State of Rio Grande do Sul – profits and various benefits. They show that despite of having a higher cost to municipalities its advantages outweigh the costs. It was obtained as a result the average BLSR which was estimated for the market price of scraps (R\$487,30). It reflected the benefit that the scraps market brings to the state of Rio

---

<sup>1</sup> Mestre em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da PUCRS (PPGE/PUCRS)

<sup>2</sup> Professor Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Economia da PUCRS (PPGE/PUCRS).

Grande do Sul, Brazil. On the other hand, the average BLSR of reuse by opportunity cost in Rio Grande do Sul was R\$627,37.

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

## 1. Introdução

As demandas impostas pelos preceitos da sustentabilidade têm exigido uma série de estudos e análises sobre as conexões existentes na relação sociedade e natureza que há algum tempo não se vislumbrava. Um bom exemplo disso é aquele que se refere à geração e ao tratamento dado aos resíduos produzidos pelas populações das aglomerações urbanas. Nesse tema, a interdependência dos conceitos de meio ambiente, saúde e saneamento é hoje bastante evidente o que aumenta a necessidade de integração das ações desses setores em prol da melhoria da qualidade de vida da população brasileira.

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

No Brasil, o crescimento exponencial das cidades, particularmente na segunda metade do século XX, e a quantidade crescente de resíduos produzidos pela população passaram a exigir a busca de soluções ao desafio de gestão dos mesmos. Considerada um dos setores do saneamento básico, a gestão dos resíduos sólidos não vinha merecendo a atenção necessária por parte do poder público até a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010. Além de fazer a distinção entre resíduo (o lixo que pode ser reaproveitado ou reciclado) e rejeito (aquilo que não seria passível de reaproveitamento) e a todo tipo de rejeito, a Lei 12.305/2010 define diretrizes para a sua gestão e estabelece objetivos importantes neste quesito.

Ela define como objetivos, por exemplo, aspectos cruciais associados à gestão de resíduos, como são os casos da educação ambiental, do aumento da reciclagem e da promoção da inclusão social. Em outras palavras, estabelece um novo patamar para a produção e o tratamento dos resíduos sólidos no país, especialmente para os resíduos urbanos, já que a maior parte da população brasileira vive nas cidades atualmente.

No Rio Grande do Sul, a título de ilustração, o SNIS (2009) indica que a concentração urbana da população nos municípios participantes pesquisa ultrapassa os 90%<sup>3</sup>. A mesma

---

<sup>3</sup> Este percentual se refere aos municípios que responderam à pesquisa do SNIS.

pesquisa indica que mais de 73,8% dos municípios possuem menos de 20 mil habitantes, ou seja, apresentam baixa concentração de pessoas, mas de qualquer forma, se está lidando com elevado grau de urbanização da população.

Isso reforça as preocupações com os problemas ambientais urbanos, principalmente quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos, cuja atribuição deverá estar embasada em legislação específica e atuante da esfera da administração pública federal, dos estados e municípios e cuja adequação de gestão possui prazo, conforme previsto na LNRS.

Nesse contexto, a compreensão dos processos de gestão e o estudo dos benefícios que podem ser gerados da gestão adequada são fundamentais. Este trabalho se insere neste esforço e tem como objetivo estudar a gestão dos resíduos sólidos urbanos e estimar os possíveis benefícios econômicos, sociais, e ambientais que podem resultar da gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos. A estimativa é feita para o Estado do Rio Grande do Sul a partir de metodologia desenvolvida por Motta (2006) e IPEA (2010).

## **2. Os Resíduos Sólidos e o Desenvolvimento Sustentável: notas sobre a Agenda 21**

No contexto dos debates sobre a sustentabilidade, o tema dos resíduos assume papel central, especialmente devido ao aumento da produção, da periculosidade de alguns resíduos e dos problemas relacionados ao gerenciamento inadequado e a falta de área para a disposição final dos mesmos.

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

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

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

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

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

Para a United Nations Conference on Environment and Development (UNCED, 1992) ou (CNUMAD) a Agenda 21 destacou os capítulos 4, 20, 21, 22 e 30 para desenvolver cenários elementares na geração, no sistema de gerenciamento e na disposição final de resíduos. Em cada capítulo são verificados o direcionamento da temática com o desenvolvimento sustentável, como se vê no quadro 1, abaixo:

Quadro 1 - Resíduos Sólidos na Agenda 21

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

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

Fonte: Elaborado com base em UNCED (1992).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

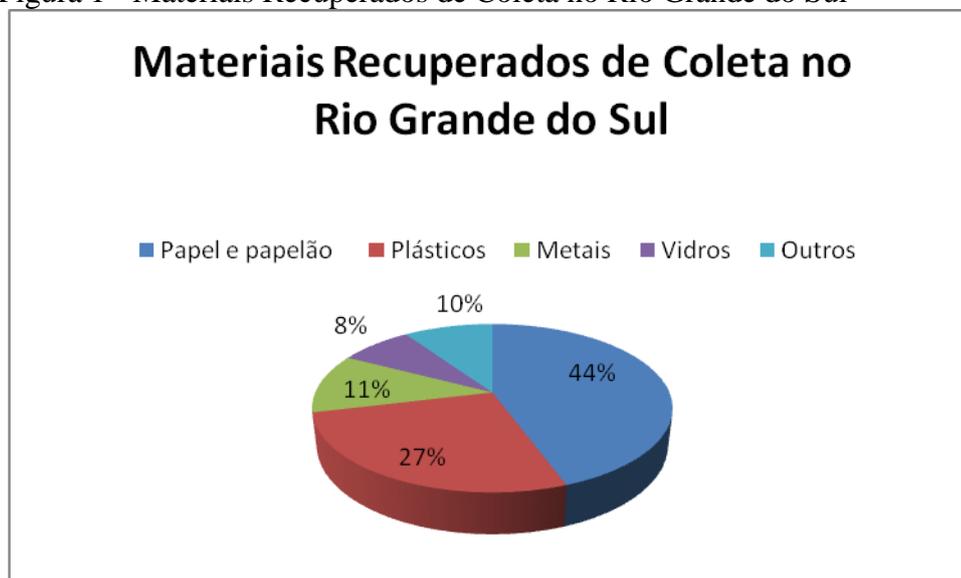
Os projetos de recuperação de energia a partir do aproveitamento dos resíduos sólidos domiciliares em aterros sanitários passaram a ser discutidos partir da Conferência de Johannesburgo, em 2002, e constituir também numa oportunidade de negócios, como Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL). Dessa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

### 3. Aspectos Gerais da Coleta de Resíduos Sólidos no Rio Grande do Sul

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

Na figura 2 é apresentado o percentual de material recuperado de coleta seletiva no Estado. Ali se verifica que 44% do material recuperado consistem em papel/papelão, 27% plásticos, 11% metais, e 8% vidros e os e os demais 10% em outros. (SNIS, 2009)

Figura 1 - Materiais Recuperados de Coleta no Rio Grande do Sul



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

A Tabela 1 apresenta o número de lixões ainda existente no Estado, comparativamente a Região Sul e o Brasil. No Brasil, 50,5% dos municípios possuem lixões; na Região Sul são 15,5% e no Rio Grande do Sul são 3,8% dos municípios, o que equivale a 10 municípios dentre os 260 que responderam à pesquisa do SNIS.

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

Tabela 1 - Número de Municípios com Lixão -2009

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

Fonte: baseada em dados do PNRS ( 2011) e SNIS (2009) \*

Na mesma linha do item anterior, é possível comparar a situação estadual com a brasileira no que tange às coletas regular e seletiva, cujos dados são apresentados na Tabela 2, abaixo. Os RSUs incluem resíduos domiciliares (RDOs) e resíduos públicos urbanos (RPU). Verifica-se que a coleta regular no Brasil apresentou um volume de 49 milhões de ton./ano; no RS ela chegou a 1,6 milhão de ton./ano em 2009. No Brasil, isto equivale a 97,6% da coleta total e no RS a 95,5%. Quanto à coleta seletiva, no Brasil ela alcançou 1,2 milhão de ton./ano (2,4% do total) e no RS chegou a 78 milhões de ton./ano (4,71% do total).

Tabela 2 - Coleta Regular e Coleta Seletiva Brasil e Rio Grande do Sul - 2009

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

Fonte: Dados do RS (SNIS, 2009) e dados Brasil (IPEA, 2010).

A título de ilustração da realidade estadual, a tabela 3 apresenta o volume da Massa coletada *per capita* para os municípios por classes de população. Chama a atenção que a coleta seletiva para a população urbana em kg/per capita nos municípios com até 50 mil

habitantes é a maior dentre as três classes, chegando a 0,15 kg/hab./dia enquanto que nos municípios com mais de 300 mil habitantes ela chega a apenas 0,04 kg/hab./dia. O mesmo se verifica para o total da população, que inclui também a população rural; nos municípios menos populosos, a coleta diária média é maior do que nos demais.

Tabela 3 - Média da Massa Coletada per capita no Rio Grande do Sul (Kg/hab./Dia)

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

Fonte: SNIS, 2009.

Os dados acima parecem contrariar a intuição, já que o volume de coleta seletiva *per capita* para os municípios menores é maior do que para os municípios maiores. Ao que parece, cidades maiores teriam, em geral, maior nível de organização da coleta de resíduos, maior nível de consciência sobre a coleta seletiva, maior consumo de materiais recicláveis e, portanto, esperar-se-ia que o peso *per capita* de coleta seletiva seja maior nesses municípios. Uma hipótese para explicar os dados do SNIS é que pode haver um viés de seleção nas respostas dos municípios pequenos. Como a resposta ao formulário enviado é voluntária e depende do nível de organização das prefeituras consultadas, imagina-se que somente as prefeituras mais organizadas respondam aos questionários. (IPEA, 2010). Outra hipótese é a de que, em cidades maiores há mais catadores independentes que fazem coleta de materiais de forma paralela àquela organizada pela prefeitura. Dessa forma, tudo que eles coletam e vendem fica de fora das estatísticas municipais. (IPEA, 2010)

Quanto à destinação dos resíduos sólidos exclusivamente urbanos, a tabela 4 mostra que dos 70 municípios do Rio Grande do Sul que responderam o questionário ao SNIS (2009) 54,29% tem a disposição dos RSU em aterro sanitário, 31,43% em aterro controlado e 14% em lixão no Rio grande do Sul. Para o Brasil dos 1006 municípios que responderam o questionário enviado pelo SNIS (2009) 35% tem a disposição dos RSU em aterro sanitário, 27,73% em aterro controlado e 36,88% em lixão.

Tabela 4 - Disposição dos resíduos sólidos urbanos – 2009

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

Fonte: SNIS, 2009.

Em se tratando de legislação, a lei 12.305/2010 também prevê a redução de resíduos sólidos urbanos secos dispostos em aterros sanitários e a inclusão de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, de acordo com Decreto 7404/2010 no “**Art. II.** *O sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos priorizará a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda.*”. Nesse aspecto, os dados da Tabela 5 indicam a situação estadual.

Tabela 5 - Informação de Catadores no Rio Grande do Sul -2009

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

Fonte dos dados: SNIS (2009)

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

A coleta regular de resíduos, na maior parte dos municípios é realizada parcial ou integralmente pela própria administração municipal ou por empresas terceirizadas. Nos 255 municípios que compõem a pesquisa do SNIS, o gasto com os custos da coleta regular chegou a R\$ 311 milhões (Tabela 6).

Tabela 6 – Estimativas dos Custos da Coleta Regular no Rio Grande do Sul (R\$/ano)

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

Fonte: Dados brutos do SNIS (2009).

A mesma Tabela 6 mostra que a quantidade coletada alcançou 1,6 milhão de toneladas e o custo médio da coleta foi de R\$ 187,89 por tonelada/ano. Aqui cabe ressaltar que o custo da coleta regular no Rio Grande do Sul apresentou valor estimado maior que o custo médio da coleta regular no Brasil que foi de R\$ 80,00/t ano.

#### **4. Metodologia e Pressupostos para o Cálculo dos Benefícios Líquidos Econômicos, Sociais e Ambientais da Reciclagem**

##### **4.1 Metodologia**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Onde:

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

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

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

GAR = gastos associados ao reaproveitamento.

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

#### **4.2. Alguns Pressupostos para Cálculo do BLSR**

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

O cálculo dos gastos efetivos com a coleta e disposição (GCD) variam de acordo com os aspectos de cada município. Para o Rio Grande do Sul a informação utilizada foi do gasto médio da coleta seletiva de R\$260,00 valor estimado para o Brasil (IPEA, 2010). Por se estar realizando cálculos de estimativas optou-se por utilizar uma postura conservadora utilizando o valor de R\$260,00 para coleta seletiva e não o custo da coleta seletiva de Porto Alegre R\$145,80<sup>4</sup> (Cempre, 2010). Ressalte-se que se assume que o custo da coleta seletiva seria superior à coleta regular.

Para o cálculo dos danos ambientais resultantes da má coleta e disposição do lixo (CA) será utilizado o valor estimado do GEEs (Gases efeito estufa), a estimava dos custos ambientais associados à perda da biodiversidade de cada material caso houver (ambos serão apresentado no transcórre deste trabalho), acrescidos de R\$22,64/t<sup>5</sup> valor médio de aterramento, que corresponde ao valor total utilizado na metodologia constante em IPEA (2010).

---

<sup>4</sup> Coleta seletiva de Porto Alegre US\$ 81,00 US\$ 1,00 = R\$ 1,80 (CEMPRE, 2010)

<sup>5</sup> valor médio contratual de aterramento sendo esse valor assumido como benefício gerado pela reciclagem com relação à disposição final de resíduos sólidos, segundo dados do Ministério das Cidades (BRASIL, 2009 a.).

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

Na primeira hipótese o próprio preço da sucata reflete os ganhos líquidos de reduções de custos de produção derivado do reaproveitamento, ou seja, o próprio preço da sucata fornece o GMI deduzido dos gastos associados ao reaproveitamento GAR. Esta hipótese baseia-se que o mercado de sucatas estaria funcionando em perfeita competição com o valor marginal de GMI igual ao valor do GAR.

A segunda hipótese mede o verdadeiro custo de oportunidade, pois é calculado com base nos custos evitados com energia, matéria-prima e água deduzidos dos custos privados de reprocessamento, proporcionados pelo reaproveitamento (GMI) apresentados na Tabela 23.

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

Para a utilização da hipótese 1, sob preços de mercado, será utilizada a Tabela 7 como base, os preços de mercado no Rio Grande do Sul, do município de Porto Alegre. Foi utilizado o preço de mercado para Porto Alegre por ter o maior número de cooperativas de reciclados do estado e por isso acredita-se a maior concentração por volume negociado de reciclados. (CEMPRE, 2009).

Tabela 7 - Preço da sucata por material em Porto Alegre - 2009 (R\$/t)

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

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

Na tabela 8 os preços estão descritos para cada material, porém será utilizada uma média quando ocorrer mais de um tipo de cada material, como por exemplo, o preço do plástico que possui três valores distintos, desta forma para facilitar a aplicação no cálculo.

Tabela 8 - Preço médio da sucata por material em Porto Alegre - 2009 (R\$/t)

Material	Preço médio da sucata (GMI-GAR)
Alumínio	1.400,00
Vidro	40,00

Papel	450,00
Plástico	470,00
Metal/aço	160,00

Fonte: Dados estimados a partir de dados do CEMPRE (2009)

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

A tabela 9 apresenta os benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos, sendo que os custos da produção primária referem-se aos custos relativos aos insumos para a produção de bens a partir de matéria-prima virgem. Os custos da reciclagem dizem respeito aos custos relativos aos insumos para a produção de bens a partir de material secundário (sucata); os benefícios líquidos da reciclagem foram calculados como a diferença entre os custos da produção primária e os custos da reciclagem. (IPEA, 2010)

Tabela 9 - Estimativa dos benefícios econômicos associados à redução do consumo de insumos

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

Fonte: IPEA, 2010

Na tabela 10, resume os resultados da economia ambiental da reciclagem derivada da economia de energia, para a produção de uma tonelada de cada material. Foi estimado o custo ambiental associado à geração de energia para cada modalidade de produção. (IPEA, 2010)

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

Tabela 10 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução do consumo de energia

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

Fonte: IPEA, 2010.

O valor médio das estimativas do preço da tonelada evitada de CO<sub>2</sub> segundo o seu potencial de aquecimento global foi de 15,4 Euros, equivalente a R\$ 33,4<sup>6</sup>, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Estimativa dos preços de créditos de carbono 2010

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

Fonte: IPEA, 2010

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

<sup>6</sup> Foi utilizada a cotação €/real média de janeiro/fevereiro 2010, deflacionado para 2007 pelo índice Nacional de preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

A tabela 12 resume as emissões a partir de matérias primas virgens e de material reciclável por tonelada e apresenta os benefícios da reciclagem gerada por cada tipo de material.

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

Tabela 12 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da emissão de GEE

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

Fonte: IPEA, 2010.

Para cálculo dos benefícios ambientais associados à redução ao consumo de água foi utilizado os valores apresentados IPEA (2010), conforme dados da tabela 13.

Tabela 13- Estimativa dos benefícios associados à redução do consumo de água

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

Fonte: IPEA, 2010.

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

Apresentamos na tabela 14 os valores estimados dos benefícios ambientais gerados a partir da reciclagem de uma tonelada de aço e papel. Para esse cálculo, não há custos ambientais associados à reciclagem dos demais materiais, uma vez que nenhuma área de extração de madeira é necessária. (IPEA, 2010)

Tabela 14 - Estimativa dos benefícios ambientais associados à redução da necessidade de solo para monocultura de árvores - eucaliptos

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

Fonte: IPEA, 2010.

A partir das diferentes estimativas realizadas para os vários impactos das atividades produtivas e da reciclagem, é apresentado o benefício ambiental total gerado pela reciclagem, conforme apresentada na tabela 15.

Tabela 15 - Estimativa dos benefícios ambientais gerados pela reciclagem

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

Fonte: IPEA, 2010.

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

A tabela 16 apresenta a soma da economia gerada de energia elétrica, matéria-prima e água que se tem como resultado o GMI. Ao tentar estimar os respectivos custos associados à reciclagem, os valores ambientais associados ao consumo da água para produção a partir da matéria-prima são bastante baixos e por sua insignificância não aparecem para cálculo neste trabalho.

Tabela 16 - Custos econômicos com relação à matéria-prima e os custos com o reaproveitamento (GMI R\$/t)

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

Fonte: Base de dados brutos do IPEA (2010)

## 5. Os Benefícios Líquidos Estimados do Reaproveitamento: Análise dos Resultados

Após a obtenção dos componentes necessários para a formulação, será apresentado o BLSR em duas tabelas, ressaltando que a tabela 17 parte do pressuposto que o preço de mercado está em perfeita competição, portanto a redução dos custos associados à coleta seletiva (GAR) e a tabela 18 adota a redução dos custos associados em matéria-prima proporcionado pelo reaproveitamento (GMI), incluindo os custos da coleta seletiva (GAR) que irá representar o custo de oportunidade. As duas Tabelas 24 e 25 serão apresentadas abaixo salientando que os resultados obtidos são para o estado do Rio Grande do Sul.

Tabela 17 - Benefício líquido social do reaproveitamento pelo preço de mercado no Rio Grande do Sul (R\$/t)

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

Total Ponderado	16,00	269,30	142,67	28,50	30,81
BLSR=	487,30				

Fonte: Dados estimados na pesquisa

Tabela 18 - Benefício líquido social do reaproveitamento pelo custo de Oportunidade no Rio Grande do Sul - 2010 (R\$/t)

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

Fonte: Dados Estimados na pesquisa

De acordo com as Tabelas 17 e 18 percebe-se que as estimativas para o GCD e o GAR é fixo para todos os materiais, isto ocorre porque o GCD e o GAR são baseados nos custo da coleta regular para o Rio Grande do Sul (SNIS,2009)

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

A variação dos valores de cada material da tabela 17, para hipótese 1, por definição, reflete exatamente as repostas do mercado em termos de preço, o preço da sucata reflete os ganhos líquidos de redução de custos de reaproveitamento.

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

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

Estes valores estão, apenas, mostrando que os altos custos unitários de produção do alumínio, se poupados, gerariam maior ganho social por unidade (de peso, neste caso) de produção. Mais ainda, que o subsídio iria ser maior para este material porque tal benefício social não se realiza plenamente pelas forças de mercado, e os ganhos sociais com a reciclagem do alumínio são superiores a utilização de matéria-prima, o que também pode ser observado na Tabela 17.

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

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

Os resultados da hipótese 1 (Tabela 17) mostram que o valor médio foi de R\$ 487,30/t. e na hipótese 2 (Tabela 18), de R\$ 627,37/t. Esta divergência pode ter se dado por uma superestimava de GMI e/ou, conforme esperado, as imperfeições de mercado capturadas nos preços privados das sucata. Estes valores definiriam, contudo, um intervalo de referência para um subsídio ou tributo que refletisse o preço da externalidade, vindo a incentivar à reciclagem ou reuso dos materiais.

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

Observe-se que o resultado do BLSR foi ponderado de acordo com a participação de cada material na composição de uma tonelada de lixo coletado. Na hipótese 2 o benefício para o alumínio é de R\$ 29,09, o papel R\$ 215,58, o plástico R\$ 339,00, o aço R\$ 26,41 e por fim o vidro com R\$ 17,29 conforme mostra a Tabela 25.

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

Disto infere-se que um aumento dos resíduos destinados à reciclagem iria gerar maiores benefícios para os municípios possibilitando geração de renda, a preservação do meio

ambiente, redução das quantidades extraídas de matéria-prima, expansão do mercado de reciclados e ganhos econômicos.

## **6. Considerações Finais**

O presente trabalho teve objetivo como estimar os possíveis benefícios sociais, ambientais e econômicos que podem ser gerados a partir da reciclagem de resíduos sólidos urbanos, mesmo considerando que a coleta seletiva parte de um custo inicial maior do que a coleta regular.

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

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

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

O cálculo estimado para o BLSR para o Rio Grande do Sul mostrou-se bastante satisfatório tanto para a análise sob o preço de mercado, quanto para o custo de oportunidade. No primeiro, os benefícios estimados chegaram a R\$ 487,30 por tonelada e, no segundo, a R\$ 627,37 por tonelada. Mais do que os valores, cabe ressaltar que estamos falando em benefícios que comportam as dimensões econômicas, sociais e ambientais do processo. Ou seja, trata-se da possibilidade de se fazer a gestão bem feita dos resíduos, que por si só já a justificaria, e ainda obter ganhos com isto.

Entretanto, há que se destacar que a pesquisa aqui apresentada possui restrições de diferentes ordens. Em primeiro lugar, porque representa estimativas baseadas em uma metodologia que se encontra em processo de construção. Muito se pode aprimorar no tema dos “benefícios” associados à reciclagem. Em segundo lugar, pela própria limitação da base de dados. Não se pode afirmar que eles são consistentes o bastante para expressar a realidade

da questão dos resíduos nos municípios. Ainda assim, podem ser bastante ilustrativos da realidade.

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

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

## 7. Referências

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

BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm)>. Acesso em: 23 set. 2011.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm)>. Acesso em:

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

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

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

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

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 5, de 05 de agosto de 1993**. Dispõe sobre a definição de normas mínimas para tratamento de resíduos oriundos da saúde, portos e terminais ferroviários. Disponível em: <[http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsulegis\\_03.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsulegis_03.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2011.

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

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

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Pesquisa Ciclosoft**. 2010. Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/ciclosoft\\_2010.php](http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2010.php)>. Acesso em: 11 jan. 2012.

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

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

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

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

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

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

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

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

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

NAIME, Roberto. **Gestão de resíduos sólidos: uma abordagem prática**. NovoHamburgo: Feevale, 2005.

PHILLIPS, Paul S. et al. UK waste minimization clubs: a contribution to sustainable waste management. **Resources, Conservation & Recycling**, Union Kingdom, v. 27, n. 3, p. 217-247, aug. 1999.

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

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

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

## ANEXO A

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

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

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

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