Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos

Relatório de Pesquisa

ipea 47 anos
Por um Brasil desenvolvido

Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos

Relatório de Pesquisa

ipea

Governo Federal

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
Ministro Wellington Moreira Franco

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente
Marcelo Côrtes Neri

Diretor de Desenvolvimento Institucional
Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Diretora de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais
Luciana Acioly da Silva

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
Alexandre de Ávila Gomide

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas, Substituto
Claudio Roberto Amitrano

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
Francisco de Assis Costa

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura
Fernanda De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Sociais
Jorge Abrahão de Castro

Chefe de Gabinete
Fabio de Sá e Silva

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação, Substituto
João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Ouvidoria: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria
URL: http://www.ipea.gov.br

Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos

Relatório de Pesquisa

ipea

Brasília, 2012

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2012

FICHA TÉCNICA

Este relatório de pesquisa foi produzido no âmbito dos estudos que subsidiaram a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, coordenados no Ipea por José Aroudo Mota e Albino Rodrigues Alvarez.

Coordenação Técnica da Pesquisa
Bruno Milanez
Luciana Miyoko Massukado

Supervisores
Gustavo Luedemann
Jorge Hargrave

Assistente
Tássia Nunes Dias Pereira

Este material foi elaborado pelo Ipea como subsídio ao processo de discussão e elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, conduzido pelo Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente. Dado seu caráter preliminar, o conteúdo dos textos e demais dados contidos nesta publicação poderão sofrer alterações em edições posteriores.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Economica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

LISTA DE GRÁFICOS 7
LISTA DE TABELAS 7
LISTA DE QUADROS 8
1 INTRODUÇÃO 9
2 ASPECTOS METODOLÓGICOS 9
3 A GERAÇÃO 12
4 A COLETA 15
5 DESTINAÇÃO FINAL 20
6 UMA OUTRA ABORDAGEM: A VISÃO POR MATERIAL 47
7 ASPECTOS ECONÔMICOS DA GESTÃO DE RSU 51
8 CONSÓRCIOS PÚBLICOS 58
9 APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO GÁS DE ATERRO 60
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES 63
REFERÊNCIAS 66
ANEXOS 74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Consumo aparente de embalagens
Gráfico 2 – Destinação dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos, por quantidade
Gráfico 3 – Destinação dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos, por número de ocorrência
Gráfico 4 – Taxa de reciclagem de diferentes materiais
Gráfico 5 – Taxa de reciclagem de embalagens
Gráfico 6 – Quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição no solo (2000 e 2008)
Gráfico 7 – Distribuição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição no solo (2000 e 2008)
Gráfico 8 – Distribuição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição no solo, nas macrorregiões do Brasil (2008)
Gráfico 9 – Distribuição das unidades de disposição no solo (2000 e 2008)
Gráfico 10 – Comparação da quantidade de unidades de disposição no solo de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (2000 e 2008)
Gráfico 11 – Fluxo do alumínio (2008)
Gráfico 12 – Fluxo do aço (2008)
Gráfico 13 – Fluxo de papel e papelão (2008)
Gráfico 14 – Fluxo do plástico (2007-2008)
Gráfico 15 – Fluxo do vidro (2008)
Gráfico 16 – Custo médio da disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários considerando municípios de pequeno, médio e grande portes e Brasil

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição da população residente e da população coberta pelo serviço de coleta de resíduos sólidos por região
Tabela 2 – Divisão de municípios por tamanho da população
Tabela 3 – Distribuição da população residente e população urbana por tamanho de municípios
Tabela 4 – Consumo aparente de alumínio
Tabela 5 – Consumo aparente de aço
Tabela 6 – Consumo aparente de papel e papelão
Tabela 7 – Consumo aparente do plástico
Tabela 8 – Consumo aparente de vidro
Tabela 9 – Cobertura da coleta direta e indireta de resíduos sólidos
Tabela 10 – Estimativa da quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos coletados
Tabela 11 – Distribuição da coleta seletiva por região
Tabela 12 – Municípios com coleta seletiva por grupo de municípios
Tabela 13 – Caracterização dos sistemas de coleta seletiva (2008)
Tabela 14 – Estimativa dos custos de coleta seletiva (2008)
Tabela 15 – Quantidade de material recuperado por programas de coleta seletiva, municípios selecionados (2008)
Tabela 16 – Estimativa da quantidade de material recuperado por programas de coleta seletiva (2008)
Tabela 17 – Estações de triagem de resíduos recicláveis
Tabela 18 – Municípios que apresentam o total de resíduos destinados "a este município" somados aos destinados "a outros municípios" superior a 1 mil t/d
Tabela 19 – Quantidade total de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos destinados no próprio município e encaminhados para outro município (2000)
Tabela 20 – Quantidade total de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos coletados e destinados
Tabela 21 – Quantidade diária de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para destinação final (2000 e 2008)
Tabela 22 – Municípios que recebiam, nos destinos finais, mais que 1 mil t/d de resíduos (2000)
Tabela 23 – Municípios que recebiam nos destinos finais mais que 1 mil t/d de resíduos (2008)
Tabela 24 – Quantidade diária de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para diferentes formas de destinação final
Tabela 25 – Destinação final de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos por número de municípios
Tabela 26 – Reciclagem de alumínio

Tabela 27 – Reciclagem de aço
Tabela 28 – Reciclagem de papel e papelão
Tabela 29 – Reciclagem de plástico
Tabela 30 – Reciclagem de vidro
Tabela 31 – Número de municípios com unidades de compostagem e quantidade total de resíduos encaminhados para esses locais (2000 e 2008)
Tabela 32 – Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil
Tabela 33 – Porcentagem de matéria orgânica tratada em relação ao total estimado coletado (2008)
Tabela 34 – Número de municípios com unidade de compostagem por estado e no Distrito Federal (2008)
Tabela 35 – Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil
Tabela 36 – Quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição em solo, considerando apenas lixão, aterro controlado e aterro sanitário
Tabela 37 – Número de unidades de destino de resíduos considerando apenas disposição no solo em lixão, aterro controlado e aterro sanitário
Tabela 38 – Metas progressivas para manejo de resíduos sólidos nas macrorregiões e no Brasil
Tabela 39 – Número de municípios que têm lixões e quantidade total de lixões existentes no Brasil e nas macrorregiões (2008)
Tabela 40 – Despesas com serviços de manejo de RSU (2008)
Tabela 41 – Despesas com serviços de coleta de RSU (2008)
Tabela 42 – Sistemas de cobrança por serviços de RSU
Tabela 43 – Evolução temporal do valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em lixões (2004-2008)
Tabela 44 – Evolução temporal do valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em aterro controlado (2003-2008)
Tabela 45 – Valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em aterro sanitário (2003-2008)
Tabela 46 – Evolução do valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em aterro sanitário (2004 e 2008)
Tabela 47 – Número de projetos de MDL envolvendo aterros no Brasil, por região (até julho de 2011)
Tabela 48 – Projetos de MDL envolvendo geração de energia em aterros no Brasil

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Área, mão de obra, custo de instalação e operação, composto produzido e preço de venda para diferentes capacidades de plantas de compostagem
Quadro 2 – Listagem de consórcios públicos em resíduos sólidos no Brasil

1 INTRODUÇÃO

Este relatório faz parte do Projeto Diagnóstico da Situação Atual dos Resíduos Sólidos no Brasil – Apoio Técnico para Elaboração da Proposta Preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Este trabalho tem como objetivo descrever a situação da gestão dos resíduos sólidos urbanos[1] (RSUs) no Brasil, de forma a gerar subsídios para a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

De forma geral, o texto foi estruturado seguindo o ciclo dos resíduos sólidos: geração, coleta, tratamento e disposição final. Na seção sobre geração, discute-se principalmente os materiais recicláveis, com foco nas embalagens. Na descrição da coleta, primeiramente aborda-se a coleta regular dos RSUs e, em seguida, discute-se a coleta seletiva e as estações de triagem de material reciclável. Com relação ao tratamento, primeiramente é abordada a questão da reciclagem, sendo feita, na medida do possível, a distinção entre reciclagem pré-consumo e reciclagem pós-consumo. A análise da reciclagem é complementada por uma outra, em que se adota um outro recorte da questão e se discute o fluxo de cada um dos materiais recicláveis individualmente. Posteriormente, é feita uma breve análise dos aspectos econômicos da gestão de RSUs. Em seguida é discutida a questão da compostagem de resíduos orgânicos e é feita uma análise sobre as formas e unidades de disposição final no solo. Em seguida faz-se uma breve análise da geração de energia em aterros sanitários. Finalmente, são apresentadas algumas conclusões e recomendações.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 Escopo da pesquisa

As análises apresentadas neste trabalho utilizaram como unidade fundamental o Brasil. Sempre que possível, as avaliações foram estendidas para as regiões geográficas e para os municípios agrupados por tamanho. O trabalho foi elaborado, principalmente, a partir de informações contidas na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PSNB (IBGE, 2010a) e no Sistema Nacional de Informação em Saneamento – SNIS (Brasil, 2010c). Todavia, para viabilizar o estudo dos grupos de municípios, foi necessário utilizar os dados desagregados da PNSB. Nestes casos, utilizou-se o Banco Multidimensional Estatístico (BME), sistema disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para consulta aos dados desagregados de suas pesquisas. Para manter a consistência entre as fontes de informação, 2008 foi escolhido como referência do estudo, sendo dados de outros anos utilizados quando possível.

Esta pesquisa foi desenvolvida no período de abril a julho de 2011. No caso dos materiais recicláveis, foram escolhidos o alumínio, aço, papel/papelão,[2] plásticos e vidro. Dependendo da disponibilidade dos dados, os plásticos, em alguns momentos, foram desagregados como plástico-filme e plástico rígido; em outros momentos, de acordo com o tipo de polímero.[3]

1. Conforme definido na Política Nacional de Resíduos Sólidos, o termo "resíduos sólidos urbanos" será utilizado como referência conjunta aos resíduos sólidos domiciliares e aos resíduos de limpeza urbana.
2. No caso dos estudos gravimétricos, as embalagens tetrapak foram contabilizadas juntamente com papel/papelão.
3. Polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD); tereftalado de polietileno (PET); polipropileno (PP), poliestireno (PS) e cloreto de polivinila (PVC).

2.2 Aspectos relacionados às estimativas da população

Para a construção de alguns indicadores e extrapolação de alguns dados, foi necessário estimar a geração de resíduos *per capita* e, para isso, o número de habitantes atendidos pelo serviço de coleta de RSU. Devido à dificuldade de se estimar a população atendida por município, optou-se por utilizar a população urbana como aproximação.

No caso das regiões, a tabela 1 apresenta os dados de população residente e população urbana disponibilizados pelo banco de dados do departamento de informática do Sistema Único de Saúde – Datasus. Como o Datasus não fornece informações referentes à população urbana para 2008, esta foi estimada considerando a taxa de urbanização de 2010.

TABELA 1
Distribuição da população residente e da população coberta pelo serviço de coleta de resíduos sólidos por região

Região	Número de municípios	População residente		População urbana		Taxa de urbanização (%)	
		2000	2008	2000	2008	2000	2010[1]
Norte	449	12.900.704	15.142.684	9.014.365	11.133.820	70	74
Nordeste	1.794	47.741.711	53.088.499	32.975.425	38.826.036	69	73
Sudeste	1.668	72.412.411	80.187.717	65.549.194	74.531.947	91	93
Sul	1.188	25.107.616	27.497.970	20.321.999	23.355.240	81	85
Centro-Oeste	466	11.636.728	13.695.944	10.092.976	12.161.390	87	89
Total	**5.565**	**169.799.170**	**189.612.814**	**137.953.959**	**159.961.545**	**81**	**84**

Fonte: Datasus.
Elaboração dos autores.
Nota: [1] O Datasus não disponibiliza dados para a população urbana para 2008, por isso se adotou, por aproximação, a taxa de urbanização de 2010.

Além da divisão regional, outra escala relevante de análise para a gestão dos RSU baseia-se no tamanho dos municípios. Municípios de tamanho semelhante tendem a enfrentar desafios de complexidade parecida no que se refere à quantidade de resíduos gerados, aos custos de coleta e à disposição final. Neste trabalho, os municípios brasileiros foram divididos em três grupos, conforme a tabela 2.

TABELA 2
Divisão de municípios por tamanho da população

Unidade de análise	Faixa populacional	Número de municípios	
		2000	2008
Municípios pequenos	Menos de 100 mil habitantes	5.341	5.299
Municípios médios	Entre 100 mil e 1 milhão de habitantes	211	252
Municípios grandes	Mais de 1 milhão de habitantes	13	14
Brasil		**5.565**	**5.565**

Fonte: Datasus.
Elaboração dos autores.

De forma semelhante ao caso da distribuição regional, por inexistência de dados mais precisos para o âmbito municipal sobre a cobertura dos serviços de resíduos sólidos, optou-se por utilizar a estimativa da população urbana de cada município como equivalente à população atendida pelo serviço de coleta, conforme apresentado na tabela 3.

TABELA 3
Distribuição da população residente e população urbana por tamanho de municípios

Unidade de análise	População total residente		População urbana		Taxa de urbanização (%)	
	2000	2008	2000	2008	2000	2010[1]
Municípios pequenos	83.198.132	87.293.484	54.501.231	64.842.897	65,5	74,3
Municípios médios	52.211.718	63.211.221	49.862.553	57.268.225	95,5	90,6
Municípios grandes	34.389.320	39.108.109	33.590.175	37.838.724	97,7	96,8
Total	**169.799.170**	**189.612.814**	**137.953.959**	**159.949.846**	**81,2**	**84,4**

Fonte: Datasus.
Elaboração dos autores.
Nota: [1] O Datasus não disponibiliza dados para a população urbana em 2008, por isso se adotou, por aproximação, a taxa de urbanização de 2010.

2.3 Limitações do estudo

Como este trabalho foi elaborado a partir de fontes secundárias de informação, ele apresenta as mesmas limitações de tais fontes.

Um dos principais desafios para a realização desta pesquisa foi a compatibilização de informações disponíveis em diversas fontes diferentes. Além da PNSB e do SNIS, foram consultados relatórios da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), publicações de diferentes órgãos setoriais, como da Associação Brasileira da Indústria Química (Abriquim) e da Associação Brasileira do Alumínio(Abral), bem como do Ministério de Minas e Energia (MME). Uma das dificuldades encontradas neste processo foi lidar com informações descontínuas; por exemplo, havia informações disponíveis em um ano, que não necessariamente existiam para todo o período estudado, o que dificultou a realização de análises temporais mais profundas.

Outra série de dificuldades encontradas deveu-se a inconsistências internas da PNSB. Nesta pesquisa, as informações são obtidas por meio da autodeclaração das entidades prestadoras do serviço de manejo de resíduos sólidos, não sendo incomum que as respostas das entidades responsáveis por coleta sejam diferentes daquelas fornecidas pelas entidades responsáveis pela disposição final, por exemplo. Desta forma, recomenda-se uma avaliação cuidadosa do questionário e do sistema de coleta de informações da PNSB. Além disso, foram identificadas pequenas diferenças nas amostras das edições de 2000 e de 2008 da PNSB, uma vez que a versão mais antiga da pesquisa exclui cerca de noventa municípios, enquanto a mais recente não contabiliza três municípios.

O levantamento de custos associados à gestão dos RSU exigiu uma metodologia à parte. A PNSB não apresenta dados sobre os custos de gerenciamento de resíduos, o que levou a adotar outras pesquisas de menor abrangência. Dessa forma, as informações sobre o custos e as despesas foram retiradas do SNIS (Brasil, 2010c), que, apesar de não abranger todos os municípios brasileiros, fornece alguma indicação da evolução dos custos de disposição.

Outra limitação identificada deveu-se às diferenças nas abordagens adotadas pelos órgãos do governo no levantamento de dados. Assim, nem sempre as informações produzidas pelo MME, focadas na etapa da produção, eram facilmente comparáveis com aquelas geradas pelo Ministério das Cidades ou do IBGE, que se restringiam à visão do saneamento. Esta incompatibilidade é discutida com mais profundidade na seção 7. Dessa forma, recomenda-se fortemente que um futuro sistema de informações em resíduos adote a visão de análise do ciclo de vida e compatibilize os dados disponíveis sobre os materiais em cada etapa.

Diante dessas limitações, o diagnóstico apresentado deve ser considerado como uma primeira abordagem dos problemas, e estes dados devem ser utilizados com cautela na elaboração de políticas públicas. Sendo assim, recomenda-se que, além da utilização deste diagnóstico, um amplo debate seja realizado com as diferentes partes interessadas, de forma a completar o cenário aqui descrito, bem como aumentar a chance de sucesso das políticas públicas decorrentes.

3 A GERAÇÃO

A primeira etapa da gestão de resíduos sólidos diz respeito à sua geração. Por diversos motivos – tais como disposição irregular, coleta informal ou insuficiência do sistema de coleta pública – não necessariamente todo o resíduo sólido gerado é coletado. Por este motivo, a questão da geração é tratada neste trabalho separadamente da coleta.

Devido a dificuldades metodológicas, esta seção não trata de resíduos orgânicos. A análise adotada parte de dois parâmetros: o consumo aparente de materiais potencialmente recicláveis e a participação de cada um destes na produção de embalagens. O destaque dado às embalagens se deve à proposta da Política Nacional de Resíduos Sólidos de avaliar a possibilidade da criação de um sistema de logística reversa e de responsabilidade compartilhada para elas.

Existem limitações para se fazer qualquer inferência precisa a partir dos dados aqui apresentados, pois o consumo aparente registra apenas o comércio internacional dos materiais enquanto produtos. Desta forma, nestas estatísticas não estão incluídas a exportação e a importação de papelão, plástico, metais e alumínio na forma de embalagem de produtos, bebidas, alimentos etc.

Uma segunda limitação diz respeito ao uso das embalagens como principal indicador da participação dos materiais nos resíduos sólidos. Existem bens duráveis, como eletrodomésticos, partes de automóveis e utensílios que também são descartados e, posteriormente, reciclados. Entretanto, como a vida útil de tais bens é mais longa, torna-se mais difícil estimar sua presença nos RSUs. Foram identificadas estimativas para alguns materiais, como o aço, mas o levantamento destes dados para todos os materiais necessita de uma pesquisa mais aprofundada nos diferentes setores.

Espera-se, a partir desta seção, contribuir para o debate sobre as tendências de geração de resíduos recicláveis no país. Porém, pelos motivos anteriormente expostos, a análise aqui apresentada é apenas indicativa e tem um perfil mais qualitativo e de ordens de grandeza.

A tabela 4 apresenta as estimativas do tamanho do mercado de alumínio no Brasil. O consumo aparente deste produto tem crescido de forma contínua nos últimos anos, sendo as embalagens responsáveis por aproximadamente 30% do consumo deste material. Entre as embalagens, as latas de alumínio são aquelas com mais destaque, principalmente no campo da reciclagem, e respondem por cerca de 55% de todas as embalagens de alumínio vendidas. Os dados também indicam o crescimento do consumo de embalagens de alumínio por habitante, embora sem uma alteração significativa da participação das latas no setor.

TABELA 4
Consumo aparente de alumínio

	Unidade	2005	2006	2007	2008
Consumo aparente	1 mil t	832,6	892,8	984,6	1.126,7
Embalagens	1 mil t	256,4	275,0	303,3	347,0
Latas	1 mil t	132,6	147,4	166,5	180,9
Embalagens por habitante	kg/hab.	1,4	1,5	1,6	1,8

Fonte: Abal (2011), Abrelpe (2010), Datasus e Brasil (2010d).
Elaboração dos autores.

A tabela 5, por sua vez, apresenta a evolução do consumo aparente de aço no Brasil, que também vem crescendo de forma significativa. Todavia, para este material o setor de embalagens tem uma relevância menor, uma vez que responde por apenas 4% do consumo aparente do material. Desta forma, a quantidade de aço e sucata ferrosa encontrada nos resíduos deve-se menos à presença de embalagens e mais a outros bens, como eletrodomésticos. Neste sentido, possíveis programas de eficiência energética que venham a estimular a substituição de eletrodomésticos pouco eficientes deveria ser acompanhada de uma política de coleta seletiva para remanufatura ou reciclagem destes bens.

Apesar da pequena participação do setor de embalagens para o setor siderúrgico, as embalagens de aço, em termos de quantidade por habitante, ainda correspondem a mais que o dobro das embalagens de alumínio. Isto provavelmente se deve à maior densidade do ferro e à maior gama de produtos que ainda utilizam latas de aço. Todavia, diferentemente do alumínio, a quantidade consumida de embalagens de aço por habitante mostrou uma leve redução no consumo durante o período analisado, talvez pela própria substituição desse material por outros mais leves, como o alumínio e o plástico.

TABELA 5
Consumo aparente de aço

	Unidade	2005	2006	2007	2008
Consumo aparente	1 mil t	19.851,6	20.249,7	24.989,5	27.192,3
Embalagens	1 mil t	936	873	891	886
Embalagens por habitante	kg/hab.	5,1	4,7	4,7	4,7

Fonte: Datasus e Brasil (2010d).
Elaboração dos autores.

Os dados sobre consumo aparente de papel/papelão são apresentados na tabela 6. O papel/papelão se diferencia dos demais materiais descritos anteriormente pelo fato de grande parte de seus produtos terem um ciclo de vida curto e acabarem sendo descartados como RSUs, caso de jornais, revistas e uma grande parte do papel de imprimir e escrever. Todavia, para manter a consistência com os demais setores e devido à dificuldade de se estimar o quanto dos outros segmentos da indústria de papel seria descartado, manteve-se o destaque apenas para as embalagens. Os dados apresentados mostram a importância das embalagens para o setor de papel/papelão, uma vez que elas representam quase 50% do consumo aparente destes. Ao mesmo tempo, o papel e, principalmente, o papelão, têm um uso bastante elevado entre as embalagens, uma vez que o consumo deste material por habitante é significativamente superior ao consumo de embalagens fabricadas com os outros materiais.

TABELA 6
Consumo aparente de papel e papelão

	Unidade	2005	2006	2007	2008
Consumo aparente	1 mil t	7.328	7.702	8.099	8.755
Embalagens	1 mil t	3.535	3.595	3.808	4.154
Embalagens por habitante	kg/hab.	19,2	19,2	20,1	21,9

Fonte: Datasus e Bracelpa (2010).
Elaboração dos autores.

Os dados de geração de resíduos de plástico consistem em informações bastante complexas, devido à diversidade de polímeros existentes, cada um com usos específicos e importância diferenciada nos resíduos sólidos. Esta complexidade se torna um dos principais desafios para a recuperação do plástico, uma vez que a reciclagem de resíduos plásticos misturados somente é usada para a fabricação de produtos de menor valor. Conforme a tabela 7, embora o consumo *per capita* de embalagens de plástico seja da mesma ordem de grandeza do aço, considerando sua baixa densidade, pode-se inferir que o volume de resíduos de embalagens plásticas seja bastante superior ao volume das embalagens de aço.

TABELA 7
Consumo aparente do plástico

	Unidade	2005	2006	2007	2008
Consumo aparente	1 mil t	4.174	4.483	4.987	5.391
PEAD	1 mil t	691,8	776,1	662,0	...
PEBD	1 mil t	545,3	542,0	573,5	...
PET	1 mil t	495,3	449,2	544,1	...
PP	1 mil t	1.070,0	1.116,8	1.214,5	...
OS	1 mil t	289,4	321,5	352,5	...
PVC	1 mil t	682,3	625,5	804,4	...
Embalagens	1 mil t	605	650	723	782
Embalagens por habitante	kg/hab.	3,3	3,5	3,8	4,1

Fonte: Abiplast (2010), Abiquim (2008), Abrelpe (2010) e Datasus.
Elaboração dos autores.
Obs.: eventuais diferenças no consumo aparente total e no somatório das resinas se devem a variações nas diferentes fontes de informação.

Na tabela 8 são apresentados os dados relativos ao consumo de vidro. As embalagens têm um papel importante para os fabricantes de vidro, sendo responsáveis por cerca de 40% do consumo deste material. A participação do vidro nos RSUs possui algumas particularidades: em primeiro lugar, existem dificuldades técnicas para se reciclar vidros diferentes, como vidros de embalagem juntamente com vidros planos. Além disso, há a possibilidade da reutilização das embalagens, seja pela própria indústria, como no caso do setor de bebidas, seja pelo mercado informal. Estas possibilidades precisam ser levadas em consideração em uma política de logística reversa e responsabilidade compartilhada para estas embalagens.

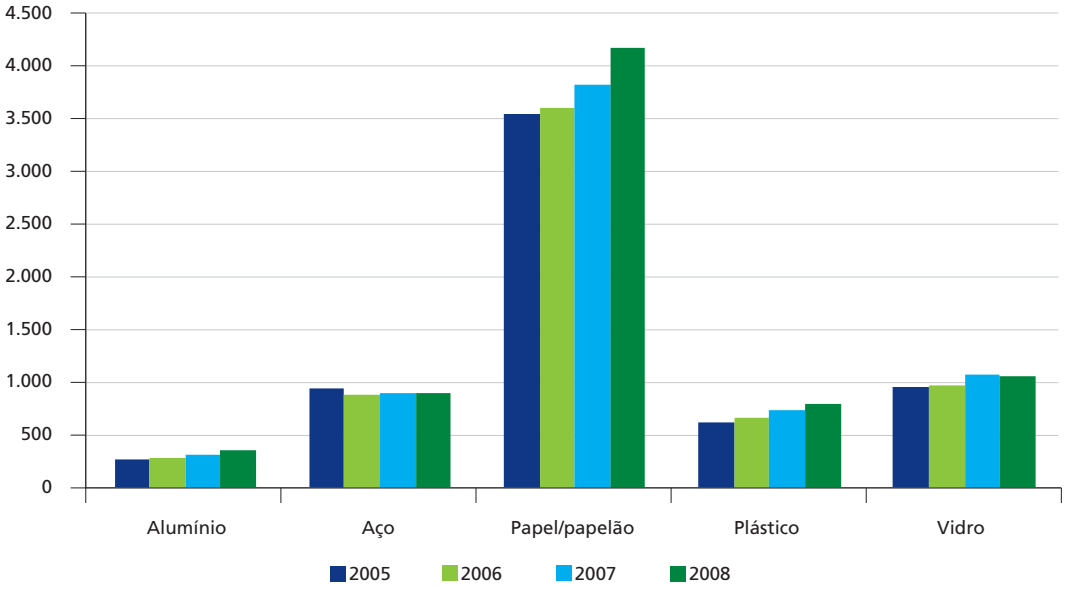
TABELA 8
Consumo aparente de vidro

	Unidade	2005	2006	2007	2008
Consumo aparente	1 mil t	2.482	2.533	2.372	2.411
Embalagens	1 mil t	939	961	1.063	1.041
Embalagens por habitante	kg/hab.	5,1	5,1	5,6	5,5

Fonte: Datasus e Brasil (2010e).
Elaboração dos autores.

O gráfico 1 resume a evolução do consumo aparente, em peso, das embalagens dos diferentes materiais. Neste gráfico é possível visualizar a importância do papel e papelão, que se destacam dos demais; aço, plástico e vidro apresentam a mesma ordem de grandeza, enquanto o alumínio tem uma participação menor. A análise deste gráfico, porém, deve considerar que os materiais possuem densidades diferentes e que uma análise por volume, que não foi realizada neste estudo, pode apresentar situações diversas.

GRÁFICO 1
Consumo aparente de embalagens
(Em 1 mil t)



Fonte: tabelas 4, 5, 6, 7 e 8.

4 A COLETA

4.1 A coleta tradicional

A coleta e o transporte dos resíduos sólidos têm sido o principal foco da gestão de resíduos sólidos, especialmente em áreas urbanas. A tabela 9 apresenta esta evolução desde 2001. A taxa de cobertura vem crescendo continuamente, já alcançando, em 2009, quase 90% do total de domicílios e se aproximando da totalidade dos domicílios urbanos. Apesar do elevado índice, esta cobertura é distribuída de forma desigual no território. Existem diferenças entre as taxas de cobertura nas várias regiões do país, sendo as regiões Norte e Nordeste aquelas com menor taxa.

As discrepâncias mais alarmantes, porém, ocorrem quando se comparam os domicílios urbanos com os domicílios rurais, uma vez que a coleta em domicílios rurais alcança apenas metade da taxa de cobertura das áreas urbanas nas regiões Sudeste e Sul, estando ainda abaixo dos 30% nas demais regiões.

Devido à dispersão dos domicílios rurais, não se defende, aqui, que se reproduza nesses locais o modelo de coleta urbana, entretanto, avanços são necessários. Tradicionalmente, os resíduos sólidos produzidos nas propriedades rurais são "tratados" e dispostos nos próprios domicílios: a fração orgânica é utilizada para alimentar animais ou disposta diretamente no solo, onde se degrada naturalmente. Ao mesmo tempo, a parte não orgânica, que era gerada

em pequena quantidade, era reaproveitada e transformada em utensílios domésticos. O acesso aos bens industrializados, entretanto, vem aumentando e, consequentemente, também vem crescendo a presença de resíduos não orgânicos nos resíduos rurais. Nesse sentido, a participação de produtos que geram resíduos perigosos – como baterias, lâmpadas fluorescentes, embalagens de produtos químicos etc. – também se vem ampliando. Por este motivo, é importante que os governos locais desenvolvam estratégias de coleta e tratamento, mesmo com uma frequência inferior àquela adotada em áreas urbanas, para atender os domicílios localizados em áreas rurais.

TABELA 9
Cobertura da coleta direta e indireta de resíduos sólidos
(Em %)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Brasil	**83,2**	**84,8**	**85,6**	**84,7**	**85,7**	**86,5**	**87,3**	**87,9**	**88,6**
Urbano	**94,9**	**95,9**	**96,5**	**96,3**	**97,0**	**97,4**	**97,9**	**98,1**	**98,5**
Rural	**15,7**	**18,6**	**20,5**	**21,6**	**23,9**	**26,0**	**28,4**	**30,2**	**32,7**
Norte	82,2	85,1	85,7	71,3	74,1	76,6	79,0	80,1	82,2
Urbano	85,3	88,1	88,6	88,9	91,6	93,5	95,2	95,7	97,1
Rural	...	...	...	17,0	19,2	20,6	23,3	24,9	29,4
Nordeste	66,3	68,5	70,1	69,8	71,9	72,8	73,9	75,4	76,2
Urbano	88,4	90,3	91,8	90,8	92,8	93,3	94,3	95,3	95,8
Rural	8,7	10,2	11,6	11,4	15,0	15,4	16,9	18,4	19,8
Sudeste	92,3	93,6	93,9	94,2	94,4	94,8	95,3	95,3	95,9
Urbano	97,8	98,5	98,6	98,7	98,9	99,1	99,3	99,2	99,5
Rural	27,9	34,1	35,0	38,0	39,0	42,1	44,7	47,0	50,5
Sul	84,4	85,4	86,7	87,3	87,9	89,3	90,5	90,7	91,5
Urbano	98,1	98,4	98,7	98,8	98,8	99,2	99,4	99,4	99,6
Rural	20,6	23,6	28,2	30,7	32,5	38,8	44,2	46,2	49,0
Centro-Oeste	84,4	85,8	86,1	86,7	87,1	87,8	88,2	89,2	89,9
Urbano	95,7	96,7	97,5	97,4	98,1	98,7	98,6	98,9	98,8
Rural	11,4	13,5	15,4	20,4	19,6	19,5	21,7	21,8	26,4

Fonte: IBGE (2010b).
Elaboração dos autores.

Além da cobertura, outra questão importante é a quantidade de resíduos coletados. Esta quantidade é apresentada na tabela 10, considerando os resultados por região e por tamanho de município.

TABELA 10
Estimativa da quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos coletados

Unidade de análise	Quantidade de resíduos coletados		Quantidade de resíduos por habitante urbano	
	2000	2008	2000	2008
	(t/dia)	(t/dia)	(kg/hab. dia)	(kg/hab. dia)
Brasil	149.094,30	183.481,50	1,1	1,1
Municípios pequenos	53.301,40	79.372,20	1,0	1,2
Municípios médios	47.884,10	62.743,40	1,0	1,1
Municípios grandes	47.908,80	41.365,90	1,4	1,1
Norte	10.991,40	14.637,30	1,2	1,3
Nordeste	37.507,40	47.203,80	1,1	1,2
Sudeste	74.094,00	68.179,10	1,1	0,9
Sul	18.006,20	37.342,10	0,9	1,6
Centro-Oeste	8.495,30	16.119,20	0,8	1,3

Fonte: Datasus e IBGE (2002, 2010a).
Elaboração dos autores.
Obs.: a edição da PNSB 2000 apresenta dados relativos à coleta total no município e à quantidade recebida de outros municípios, enquanto na edição de 2008 as informações apenas fazem referência à quantidade coletada no próprio município. Para evitar dupla contagem e para manter a consistência entre as pesquisas, os dados apresentados referem-se apenas à quantidade de resíduos coletada dentro do município.

A evolução temporal da quantidade de resíduos coletados apresenta algumas inconsistências, as quais dificultam sua análise. Os dados indicam um aumento da quantidade, em termos absolutos e relativos, nos municípios pequenos e médios, porém redução nos municípios grandes.[4] A mesma inconsistência aparece nos dados regionais, nos quais houve aumento em todas as regiões, menos no Sudeste. Devido à importância dos municípios grandes e do Sudeste na média nacional, em vez de se verificar um aumento na quantidade coletada no país, como seria esperado, percebe-se que ela se mantém constante. As causas desta inconsistência não são claras e devem ser verificadas com o IBGE.

4.2 A coleta seletiva e as estações de triagem

Uma das principais estratégias para a redução da quantidade de resíduos dispostos nos aterros sanitários é a criação de sistemas de coleta seletiva. A avaliação do desempenho da coleta seletiva no Brasil, porém, também apresenta importantes desafios. Uma parte considerável da coleta de materiais recicláveis é feita por catadores de maneira informal, e assim não é contabilizada nas estatísticas oficiais. Por este motivo, os dados apresentados aqui devem ser considerados com cautela, uma vez que representam o valor mínimo da quantidade de RSUs encaminhada para a reciclagem.

A tabela 11 apresenta a implantação de programas de coleta seletiva no Brasil e nas regiões. Em termos nacionais, o número de municípios com algum sistema de coleta seletiva aumentou em 120%, mas a fração dos municípios que já possuem algum sistema de coleta não ultrapassa os 18% do total. A maioria dos programas em vigência se localiza nas regiões Sul e Sudeste.

Com relação à área de abrangência dos programas de coleta seletiva, os dados sugerem que os novos programas criados nas regiões Sul e Nordeste têm buscado atender a todo o município, enquanto aqueles criados na região Sudeste têm concentrado-se apenas na sede municipal.

TABELA 11
Distribuição da coleta seletiva por região

Unidade de análise	Municípios com coleta seletiva		Todo município (%)		Somente sede municipal (%)		Outras áreas (%)	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Brasil	**451**	**994**	**39**	**38**	**29**	**41**	**32**	**21**
Norte	1	21	0	5	0	48	100	48
Nordeste	27	80	19	38	33	30	48	33
Sudeste	140	408	38	32	18	42	44	26
Sul	274	454	42	46	34	20	23	34
Centro-Oeste	9	31	44	16	22	48	33	35

Fonte: IBGE (2002; 2010a).
Elaboração dos autores.

A tabela 12 caracteriza a coleta seletiva por tamanho de municípios. Estes dados mostram que a prática já vem sendo adotada por quase todos os municípios de grande porte e por mais da metade dos municípios de médio porte. Dada a importância destes municípios em termos populacionais e na geração de resíduos, uma possível estratégia para aumentar a quantidade de resíduos encaminhados para a reciclagem seria o desenvolvimento de políticas voltadas para a implantação de programas de coleta seletiva nos municípios médios.

4. No caso do município de São Paulo, por exemplo, a quantidade total de resíduos coletados em 2000 e 2008 passou de 20,8 mil t/dia para 11,4 mil t/dia, respectivamente; da mesma forma, no município do Rio de Janeiro, a quantidade declarada foi reduzida de 7,1 mil t/dia para 4,3 mil t/dia. Em ambos os casos não foi registrada, na base BME, a quantidade de resíduos coletados em vias públicas.

TABELA 12
Municípios com coleta seletiva por grupo de municípios

Unidade de análise	Número de municípios		Participação no total de municípios (%)	
	2000	2008	2000	2008
Brasil	**451**	**994**	**8,2**	**17,9**
Municípios pequenos	374	851	7,1	16,0
Municípios médios	69	130	32,7	54,4
Municípios grandes	8	13	61,5	92,9

Fonte: IBGE (2002; 2010a).
Elaboração dos autores.

A PNSB não apresenta dados sobre os métodos ou custos dos sistemas de coleta seletiva, portanto, para a análise destas informações, foi necessário consultar outras fontes. A pesquisa de 2008 do SNIS foi aplicada a 372 municípios, dos quais 111 afirmaram possuir algum tipo de sistema de coleta seletiva. A caracterização destes sistemas é apresentada na tabela 13. A leitura desta tabela, entretanto, deve ser feita com atenção, uma vez que as opções não são mutuamente exclusivas. Por exemplo, nesta amostra todos os sistemas de coleta porta à porta eram realizados ao mesmo tempo por agentes públicos e por organizações de catadores. Da mesma forma, muitas das prefeituras que realizavam coleta porta à porta também possuíam a infraestrutura para coleta por meio de postos de entrega voluntária (PEVs).

TABELA 13
Caracterização dos sistemas de coleta seletiva (2008)

Modalidade	Agente público ou empresa contratada	Empresa do ramo	Organizações de catadores	Outros agentes
Porta a porta	82	-	82	3
PEVs	39	-	-	4
Outros	19	-	7	...

Fonte: Ministério das Cidades (Brasil, 2010c).
Elaboração dos autores.

Todavia, a confrontação desses dados com as informações fornecidas pela pesquisa Ciclosoft, organizada pelo Compromisso Empresarial pela Reciclagem (Cempre), indica a necessidade de um aprofundamento das pesquisas sobre o tema. Em 2008, esta pesquisa coletou informações sobre programas de coleta seletiva em 405 municípios. Segundo os resultados divulgados, menos da metade dos municípios (201) desenvolviam a coleta pelo sistema porta a porta. Além disso, somente 174 destes programas (43%) teriam relação com cooperativas de catadores de materiais recicláveis (Cempre, 2008). Esta diferença pode ser decorrente do fato de as duas pesquisas adotarem amostras diferentes. Portanto, seria importante que o Cempre tornasse os microdados de sua pesquisa públicos, para que se tivesse um entendimento mais apurado da realidade da coleta seletiva no Brasil.

Além das modalidades de coleta, outra informação fundamental para o planejamento de políticas de estímulo à coleta seletiva refere-se ao custo de tais programas. Todavia, esta informação não foi coletada nem pela PNSB nem pelo SNIS. Desta forma, a única fonte identificada foi a pesquisa Ciclosoft, cujas informações disponíveis são muito limitadas e se restringem a um grupo de apenas doze municípios, conforme apresentado na tabela 14. Neste caso, assim como no anterior, seria muito útil que os dados da pesquisa do Cempre fossem tornados públicos.

TABELA 14
Estimativa dos custos de coleta seletiva (2008)

Número de municípios	12
Despesas com coleta (R$/ano)	22.988.418,91
Material coletado (t/ano)	106.632,00
Custo médio da coleta seletiva (R$/t)	215,59

Fonte: Cempre (2008).
Elaboração dos autores.

Outro ponto importante também não incluído na pesquisa do IBGE diz respeito à quantidade de material recuperado pelos programas de coleta seletiva. Estes dados vêm sendo levantados pelo Ministério das Cidades de forma amostral por meio do SNIS, conforme apresentado na tabela 15.

TABELA 15
Quantidade de material recuperado por programas de coleta seletiva, municípios selecionados (2008)

Unidade de análise	Municípios	Quantidade de material recuperado (kg/hab. urbano)			
		Papel	Plástico	Metais[2]	Vidro
Amostra total[1]	**131**	**3,4**	**2,0**	**0,8**	**0,6**
Municípios pequenos[1]	36	4,8	2,9	1,5	0,9
Municípios médios	87	5,3	3,0	1,2	0,8
Municípios grandes	8	1,5	1,1	0,4	0,4

Fonte: Ministério das Cidades (Brasil, 2010c).
Elaboração dos autores.
Notas: [1] O município de Barão de Cocais-MG foi excluído da amostra, por ter sido considerado um *outlier*, com uma coleta declarada de 2,3 mil kg de papel por habitante de área urbana e 472 kg de plástico por habitante de área urbana.
[2] Como o SNIS não diferencia os diferentes tipos de metais, não foi possível fazer a separação entre aço e alumínio.

A partir desses dados, em conjunto com as informações disponíveis na PNSB sobre municípios que realizam coleta seletiva, estimou-se a quantidade total de material coletado por tais programas no Brasil. Esta informação, entretanto, é apenas indicativa e deve ser utilizada com cautela, uma vez que muitos municípios não oferecem programas de coleta seletiva a toda sua população. Esta estimativa é apresentada na tabela 16.

TABELA 16
Estimativa da quantidade de material recuperado por programas de coleta seletiva (2008)

Unidade de análise	Municípios que realizam coleta seletiva	População urbana	Papel	Plástico	Metais	Vidro
		Número de habitantes	1 mil t/ano	1 mil t/ano	1 mil t/ano	1 mil t/ano
Brasil	**994**	**77.708.739**	**285,7**	**170,3**	**72,3**	**50,9**
Municípios pequenos	862	14.951.052	71,6	43,6	22,2	13,8
Municípios médios	120	31.308.914	166,6	92,4	36,9	23,7
Municípios grandes	12	31.448.773	47,6	34,3	13,2	13,3

Fonte: Ministério das Cidades (2010c) e IBGE (2010a).
Elaboração dos autores.

Além da coleta seletiva, outra estratégia de redução da quantidade de resíduos sólidos encaminhados para os aterros é a utilização direta de usinas ou estações de triagem sem coleta seletiva anterior. Nestas unidades, o RSU coletado de forma tradicional é separado e, em momento posterior, encaminhado para reciclagem. Esta solução, apesar de ter uma implementação mais simples que a dos programas de coleta seletiva, apresenta uma eficácia mais baixa que tais programas, pois o material recolhido possui alto grau de contaminantes. Conforme pode ser observado na tabela 17, apesar de o número de municípios que possuem estações de triagem ter aumentado de maneira considerável, a quantidade de resíduos encaminhados para tais instalações não cresceu de forma significativa.

Para 2008, os dados ainda indicam uma presença relativa mais significativa nos municípios de grande porte (50%), seguidos dos de médio porte (19%) e, por fim, dos de pequeno porte (7%). Além disso, tais instalações têm sido adotadas com mais frequência nas regiões Sul e Sudeste, onde estão presentes, respectivamente, em 20% e 15% dos municípios, enquanto não ultrapassam 2% dos municípios nas demais regiões.

TABELA 17
Estações de triagem de resíduos recicláveis

Unidade de análise	Municípios com estações de triagem		Quantidade de resíduos encaminhados para estações de triagem no próprio município	
	Número	Número	t/dia	t/dia
	2000	2008	2000	2008
Brasil	**189**	**445**	**2.148,3**	**2.592,0**
Municípios pequenos	173	389	1.787,3	1.223,3
Municípios médios	16	49	361,0	1.032,1
Municípios grandes	-	7	-	336,6
Norte	-	7	-	62,5
Nordeste	13	17	107,6	72,3
Sudeste	70	243	1.154,9	1.426,5
Sul	98	167	806,1	1.009,4
Centro-Oeste	8	11	79,7	21,3

Fonte: IBGE (2002; 2010a).
Elaboração dos autores.

5 DESTINAÇÃO FINAL

A Lei nº 12.305/2010 define, em seu Artigo 3º,

> destinação final ambientalmente adequada, a destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa), entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Brasil, 2010a).

A PNSB considerou como unidades de destinação final aterros controlados, aterros sanitários, unidades de compostagem, unidades de tratamento por incineração, unidades de triagem para reciclagem, vazadouros a céu aberto, vazadouros em áreas alagáveis, locais não fixos (na edição de 2000) e outras unidades de destinação. Além disso, a PNSB dividiu a destinação final em duas categorias: "destinados a este município" e "destinados a outro município".

Esse fato gerou dúvidas no momento de análise dos dados, pois para a PNSB 2008 a quantidade total de resíduos encaminhados para destinos finais no próprio município somados aos encaminhados para outro município era igual a 259.538,80 t/d. A quantidade total coletada, porém, era de 183.481,50 t/d, havendo uma diferença entre a quantidade destinada e a coletada equivalente a 76.067,30 t/d.

Para tentar identificar a causa dessa diferença elaborou-se a tabela 18 contendo a relação dos municípios cujas entidades prestadoras de serviço declararam a quantidade de resíduos, recebidos em solo próprio e/ou destinados a outros, acima de 1 mil t/d. O anexo A apresenta as partes do questionário referentes às informações das quantidades de resíduos coletadas e destinadas.

A análise do questionário da PNSB sugere uma provável duplicação de informação referente à quantidade de material encaminhado para os destinos finais.[5] Como exemplo, cita-se o município de Caieiras-SP, que, apesar de coletar 76 t/d de RSUs, recebe no aterro do próprio município 7.076 t/d. Pode-se supor que, além das 76 t/d coletadas em seu próprio município, ele receba mais 7 mil 0 t/d de outros municípios. A duplicação ocorre devido ao fato de esses outros municípios, provavelmente, declararem em seu questionário que destinavam uma determinada quantidade para outro município, sendo os resíduos contabilizados duas vezes.

A soma da quantidade excedente, ou seja, a diferença entre o total destinado e o total coletado, equivale a 79.727,70 t/d para os municípios que destinam e/ou recebem resíduos acima de 1 mil t/d e se aproxima do valor de 76.067,30 t/d, que corresponde à diferença entre o total coletado e o encaminhado para destino final. Sendo assim, optou-se por trabalhar apenas com os valores de quantidade de resíduos destinados ao próprio município, ou seja, 188.815 t/d. Este valor torna-se mais consistente se comparado com a quantidade total coletada: 183.481,50 t/d.

5. Em consulta ao IBGE, obteve-se a seguinte resposta sobre a incompatibilidade entre a quantidade coletada e a destinada. "Ao acompanharmos o fluxo do questionário de manejo de resíduos sólidos, tem-se que no bloco 7 são informados volumes coletados no município; no bloco 8, volumes coletados e/ou recebidos para disposição no solo no município; e no bloco 9 são registradas as quantidades destinadas (para disposição no solo e/ou em unidades de processamento) ao próprio e/ou a outro município. No entanto, foi possível fazer a crítica de consistência do preenchimento dos questionários, mas não 'amarrar' a informação entre municípios, dado que não se identifica o 'outro município' a que se destina parte do lixo. Disto, erroneamente pode ocorrer a duplicidade identificada na nota do Ipea, no caso de uma mesma quantidade estar registrada no questionário de quem faz destinação no próprio município (do volume recebido) e no questionário de quem destina a outro município aquilo que coleta".

TABELA 18
Municípios que apresentam o total de resíduos destinados "a este município" somados aos destinados "a outros municípios" superior a 1 mil t/d

Item geográfico	Aterro controlado, este município	Aterro controlado, de outro município	Aterro sanitário, este município	Aterro sanitário, outro município	Outra unidade de destino, resíduos este município	Outra unidade de destino, outro município	Unidade de composta-gem, este município	Unidade de composta-gem, outro município	Incineração, este município	Incinera-ção, outro município	Unidade de triagem para reciclagem, este município	Unidade de triagem para reciclagem, outro município	Vazadouro a céu aberto, este município	Vazadouro a céu aberto, outro muni-cípio	Vazadouro em áreas alagadas, este município	Vazadouro em áreas alagadas, outro município	Total destinado	Total coletado	Diferença entre o total coletado no município e o total destinado
São Paulo	-	-	6.175	5.084,9	-	-	-	-	-	-	58,3	0	12	0	-	-	11.330,2	11.342,2	-12,0
Jundiaí	-	-	0	9.200	-	-	-	-	-	-	4	16	-	-	-	-	9.220,0	339,2	8.880,8
Rio de Janeiro	-	-	2.435,7	5.945,3	-	-	-	-	-	-	86,8	69,2	-	-	-	-	8.537,0	4.262,2	4.274,8
Barueri	160	0	0	7.350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.510,0	410	7.100,0
Barra dos Coqueiros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	7500	-	-	7.500,0	0	7.500,0
Caieiras	-	-	7.076	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.076,0	76	7.000,0
Salvador	1.496	0	5.027	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.523,0	2.541,9	3.981,1
Sumaré	-	-	5.000	232,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.232,3	162,3	5.070,0
Hortolândia	-	-	5.000	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.150,0	150	5.000,0
Sabará	-	-	3.500	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.500,0	48	3.452,0
Caucaia	-	-	3.277	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.277,0	219	3.058,0
João Pessoa	-	-	3.160,7	0	-	-	-	-	-	-	15	0	-	-	-	-	3.175,7	1.130	2.045,7
Fortaleza	-	-	0	3.059,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.059,5	2.437,5	622,0
Belo Horizonte	-	-	0	3.009,7	-	-	3,7	0	-	-	27,9	0	-	-	-	-	3.041,3	2.212,9	828,4
Manaus	1.590	0	1.410	0	-	-	15	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3.015,0	3.015	0,0
Recife	0	2574	40	260	-	-	8	2,8	-	-	2,5	0	-	-	-	-	2.887,6	1.606	1.281,6
Lauro de Freitas	-	-	2.486	329	-	0	-	-	-	-	0	4	0	45	-	-	2.865,0	378	2.487,0
Mauá	-	-	2.650	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.650,0	250	2.400,0
Simões Filho	-	-	2.486	66,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.552,1	66,1	2.486,0
Curitiba	-	-	2.343,7	0	90	0	23	0	-	-	-	-	-	-	-	-	2.456,7	1.299,6	1.157,1
Natal	129	0	2	2.117	-	-	-	-	-	-	-	-	110	0	-	-	2.358,0	2.358	0,0
São Luís	-	-	2.275	0	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0	-	-	2.285,0	1.585	700,0
Brasília	1.891	0	-	-	-	-	328	0	17	0	-	0	-	-	-	-	2.236,0	5.800	-3.564,0
Itaquaquecetuba	-	-	2.225	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.225,0	225	2.000,0
Paulínia	62	0	2.000	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.062,0	62	2.000,0
Artur Nogueira	-	-	2.000	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.028,0	28	2.000,0

(Continua)

(Continuação)

Item geográfico	Aterro controlado, este município	Aterro controlado, de outro município	Aterro sanitário, este município	Aterro sanitário, outro município	Outra unidade de destino, resíduos este município	Outra unidade de destino, outro município	Unidade de composta-gem, este município	Unidade de composta-gem, outro município	Incineração, este município	Incinera-ção, outro município	Unidade de triagem para reciclagem, este município	Unidade de triagem para reciclagem, outro município	Vazadouro a céu aberto, este município	Vazadouro a céu aberto, outro muni-cípio	Vazadouro em áreas alagadas, este município	Vazadouro em áreas alagadas, outro município	Total destinado	Total coletado	Diferença entre o total coletado no município e o total destinado
Engenheiro Coelho	-	-	2.000	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.007,0	7	2.000,0
Butiá	-	-	2.000	6,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.006,2	6,2	2.000,0
Timbaúba	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.000	0	-	-	2.000,0	2.000	0,0
Almeirim	1.732	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	0	-	-	1.821,0	1.821	0,0
Porto Alegre	350	0	0	1.165,2			150	0			150	0	-	-	-	-	1.815,2	2.703,8	-888,6
Maceió	700	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.080	0	-	-	1.780,0	1.780	0,0
São Bernardo do Campo	-	-	0	1.590	0	4	-	-	-	-	0	6	-	-	-	-	1.600,0	1.600	0,0
Belém	-	-	1.551,1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.551,1	9.71,1	580,0
Campos dos Goytacazes	1.300	0	-	-	-	-	0,9	0	-	-	17	0	-	-	-	-	1.317,9	1.300	17,9
Itapevi	-	-	1.307,8	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.307,8	107,8	1.200,0
São Gonçalo	1.200	0	-	-	-	-	-	-	3	0	30	0	-	-	-	-	1.233,0	1.200	33,0
Campo Grande	1.223	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.223,1	1.223,1	0,0
Goiânia	-	-	1.193,5	0	-	-	-	-	-	-	5,1	0	-	-	-	-	1.198,6	1.197,5	1,1
Santos	-	-	1.170	0	-	-	-	-	-	-	8	0	-	-	-	-	1.178,0	1.170	8,0
Camaçari	-	-	1.164,3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.164,3	4.74,3	690,0
Nova Iguaçu	-	-	511,4	637,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.149,2	5.11,4	637,8
Vila Velha	-	-	400	700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.100,0	400	700,0
Cariacica	-	-	1.042,4	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.042,4	1.042,4	0,0
Guatapará	-	-	1.002	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.002,0	2	1.000,0
Ermo	-	-	0	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.000,0	1.000	0,0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	142.249,2	62.521,50	79.727,7

Fonte: IBGE (2010a).
Elaboração dos autores.

Para a PNSB 2000, identificou-se outra dificuldade, pois a quantidade total de resíduos encaminhados para destinos finais no próprio município somados aos encaminhados para outro município é igual a 228.413 t/d (IBGE, 2002, tabela 110); porém, quando se utiliza a base de dados da BME, conforme apresentado na tabela 19, não se encontra esse valor, e sim 157.708 t/d para a quantidade total de resíduos encaminhados para destinos finais no próprio município somados aos encaminhados para outro município. Utilizando a mesma metodologia que na PNSB 2008, fez-se o somatório da quantidade total de resíduos encaminhada somente para destino final no município, que resulta em 140.080 t/d. Esse valor se aproxima da quantidade total de resíduo coletado na época, que foi de 149.094 t/d (IBGE, 2002).

TABELA 19
Quantidade total de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos destinados no próprio município e encaminhados para outro município (2000)

Destinação final	Este município	Outro município	**Total**
Aterro controlado	33.854	869	**34.724**
Aterro sanitário	49.615	14.550	**64.164**
Estação de compostagem	6.365	170	**6.535**
Estação de triagem	2.158	92	**2.250**
Incineração	483	27	**511**
Locais não fixos	877	1	**878**
Outra unidade	1.015	3	**1.018**
Vazadouro	45.485	1.908	**47.392**
Áreas alagadas	228	9	**237**
Total	**140.080**	**17.628**	**157.708**

Fonte: IBGE (2002).
Elaboração dos autores.

Portanto, para este relatório, adotou-se a quantidade de 140.080 t/d de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para um destino final, para a PNSB 2000, e 188.814,90 t/d, para a PNSB 2008. A tabela 20 apresenta a quantidade coletada e a destinada, além da respectiva diferença entre elas, para os anos 2000 e 2008.

TABELA 20
Quantidade total de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos coletados e destinados

Unidade de análise	Quantidade de resíduos coletados (t/d)		Quantidade de resíduos encaminhados para destinação final (t/d)		Diferença entre a quantidade de resíduos coletada e destinada após a correção proposta (%)	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Brasil	149.094,30	183.481,50	140.080	188.815	-6,1	2,9
Municípios pequenos	53.301,40	79.372,20	53.034,7	81.209,3	-0,5	2,31
Municípios médios	47.884,10	62.743,40	46.249,2	79.305,8	-3,4	26,4
Municípios grandes	47.908,80	41.365,90	40.796,1	28.299,8	-14,8	-31,6
Norte	10.991,40	14.637,30	10.929,0	14.229,20	-0,6	-2,8
Nordeste	37.507,40	47.203,80	33.876,7	55.723,20	-9,7	18,0
Sudeste	74.094,00	68.179,10	67.656,1	84.227,00	-8,7	23,5
Sul	18.006,20	37.342,10	16.893,2	21.929,30	-6,2	-41,3
Centro-Oeste	8.495,30	16.119,20	10.725,00	12.706,20	26,2	-21,2

Fonte: IBGE (2002; 2010a).
Elaboração dos autores.

Considerando apenas a destinação no próprio município, observa-se, pela tabela 20, que, em 2000, 6% dos resíduos coletados deixaram de ser encaminhados para um destino final e, em 2008, 3% a mais da quantidade de resíduos coletados foram para algum outro

destino final, não contabilizado na pesquisa. Neste segundo caso, pode ter ocorrido de uma unidade de destinação (unidade de compostagem ou unidade de triagem, por exemplo) que recebeu resíduos coletados ter encaminhado os rejeitos do processo para outra unidade de destino final (aterro sanitário, aterro controlado ou lixão, por exemplo). Assim, parte dos resíduos coletados pode estar sendo contabilizada em duas unidades distintas de destino final. [6]

Quando se analisa essa tabela por regiões, porém, observa-se que o erro torna-se muito superior. Por exemplo, a região Sul, em 2008, não destinou 41% dos resíduos que foram coletados; ao mesmo tempo, a região Sudeste destinou 24% a mais que a quantidade dos resíduos coletados.

Com relação ao porte dos municípios é mais plausível concordar que haja uma redução no percentual do resíduo destinado em relação ao coletado para os grandes municípios, uma vez que se tem verificado o encaminhamento dos resíduos coletados para destinação em outro município, em geral, de menor porte. A tabela 21 apresenta a quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para destinação final.

TABELA 21
Quantidade diária de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para destinação final (2000 e 2008)

Unidade de análise	Quantidade de resíduos encaminhados para destinação final (t/d)		Quantidade de resíduos destinados por habitante urbano (kg/hab. dia)	
	2000	2008	2000	2008
Brasil	140.080	188.815	1,0	1,2
Municípios pequenos	53.034,7	81.209,3	1,0	1,3
Municípios médios	46.249,2	79.305,8	0,9	1,4
Municípios grandes	40.796,1	28.299,8	1,2	0,7
Norte	10.929,0	14.229,20	1,2	1,3
Nordeste	33.876,7	55.723,20	1,0	1,4
Sudeste	67.656,1	84.227,00	1,0	1,1
Sul	16.893,2	21.929,30	0,8	0,9
Centro-Oeste	10.725,00	12.706,20	1,1	1,0

Fonte: IBGE (2002; 2010a).
Elaboração dos autores.

Em uma análise geral, a quantidade de resíduos encaminhados para destinação final aumentou, em média, 35% em um intervalo de oito anos. Quanto à distribuição por estrato populacional, apenas os municípios de grande porte apresentaram redução significativa do total de resíduos encaminhados para um destino final.

Comparando os valores da tabela 22 (2000) e da tabela 23 (2008) vê-se a diferença entre a quantidade coletada e a encaminhada para destino final para os municípios que destinavam mais de 1 mil t/d entre 2000 e 2008. Com os dados da tabela 22, pode-se observar que os municípios de médio e grande portes destinavam seus resíduos coletados, em parte ou totalmente, para áreas localizadas em solo próprio. Nota-se que a quantidade de resíduos destinados em local do próprio município está próxima da quantidade coletada.

6. Problema semelhante foi identificado no *Panorama do saneamento básico no Brasil*, volume 2, do Ministério das Cidades, o qual relata que houve uma diferença, no SNIS 2007, entre as massas de resíduos coletadas e recebidas nas unidades de processamento. De acordo com este documento, o erro pode ter como causa omissão quanto à existência de outra unidade de processamento ou então a massa rejeitada em uma unidade de beneficiamento de materiais recicláveis pode ter sido considerada nas unidades de disposição final, ou ainda, as unidades de processamento de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos podem ter recebido outros tipos de resíduos que não estes.

TABELA 22
Municípios que recebiam, nos destinos finais, mais que 1 mil t/d de resíduos (2000)

Município	População urbana	Quantidade coletada de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (t/d)	Total de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos destinados em solo próprio (t/d)
São Paulo	10.434.252	20.855,70	20.815,70
Belo Horizonte	2.238.526	3.201,80	3.848,40
Salvador	2.443.107	2.636,50	2.636,50
Brasília	2.051.146	1.556,70	2.567,20
Manaus	1.405.835	2.180,00	2.400,00
Rio de Janeiro	5.857.904	7.058,70	2.219,00
Belém	1.280.614	2.012,00	2.012,00
Campinas	969.396	1.641,00	1.708,80
Goiânia	1.093.007	1.279,70	1.279,70
Natal	712.317	1.223,00	1.223,50
Porto Alegre	1.360.590	1.340,00	1.110,00
Teresina	715.360	1.058,90	1.059,50
Curitiba	1.587.315	1.186,70	1.057,60
Maceió	797.759	1.050,00	1.050,00
João Pessoa	597.934	1.027,90	1.027,90

Fonte: IBGE (2002).
Elaboração dos autores.

Em 2008, não se pode fazer a mesma análise que em 2000, pois se supõe que alguns municípios, principalmente os de grande porte, destinaram seus resíduos para outro município, geralmente de pequeno porte. Esta informação pode estar refletindo o fato de os municípios de grande porte estarem encaminhando seus resíduos para disposição naqueles de pequeno e médio portes, sendo uma das justificativas o término da vida útil de seus aterros e a não implantação de novos. Este fato explicaria a baixa significativa na quantidade de resíduos encaminhados a destino final em solo próprio para os municípios de grande porte.

TABELA 23
Municípios que recebiam nos destinos finais mais que 1 mil t/d de resíduos (2008)

Município	População	Quantidade coletada de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (t/d)	Total de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos destinados em solo próprio (t/d)
Caieiras	84.551	76,00	7.076,00
Salvador	2.947.925	2.541,90	6.523,00
São Paulo	10.891.456	11.474,90	6.245,30
Sumaré	234.343	162,30	5.000,00
Hortolândia	201.049	150,00	5.000,00
Sabará	122.125	48,00	3.500,00
Caucaia	291.442	219,00	3.277,00
João Pessoa	690.467	1.130,00	3.175,70
Manaus	1.700.348	3.015,00	3.015,00
Mauá	412.753	250,00	2.650,00
Rio de Janeiro	6.161.047	4.262,20	2.522,50
Lauro de Freitas	153.016	378,00	2.487,00
Simões Filho	102.765	66,10	2.486,00
Curitiba	1.828.092	1.299,60	2.456,70
São Luís	932.065	1.585,00	2.285,00
Brasília	2.469.653	5.800,00	2.236,00

(Continua)

(Continuação)

Município	População	Quantidade coletada de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (t/d)	Total de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos destinados em solo próprio (t/d)
Itaquaquecetuba	351.493	225,00	2.225,00
Paulínia	81.469	62,00	2.062,00
Timbaúba	45.046	2.000,00	2.000,00
Artur Nogueira	38.540	28,00	2.000,00
Butiá	19.173	6,20	2.000,00
Engenheiro Coelho	10.176	7,00	2.000,00
Almeirim	18.695	1.821,00	1.821,00
Maceió	923.530	1.780,00	1.780,00
Belém	1.411.937	971,10	1.551,10
Campos dos Goytacazes	389.928	1.300,00	1.317,90
Itapevi	201.995	107,80	1.307,80
São Gonçalo	982.115	1.200,00	1.233,00
Campo Grande	737.165	1.223,10	1.223,10
Goiânia	1.260.607	1.197,50	1.198,60
Santos	417.205	1.170,00	1.178,00
Camaçari	217.638	474,30	1.164,30
Cariacica	350.751	1.042,40	1.042,40
Guatapará	4.690	2,00	1.002,00

Fonte: IBGE (2010a).
Elaboração dos autores.

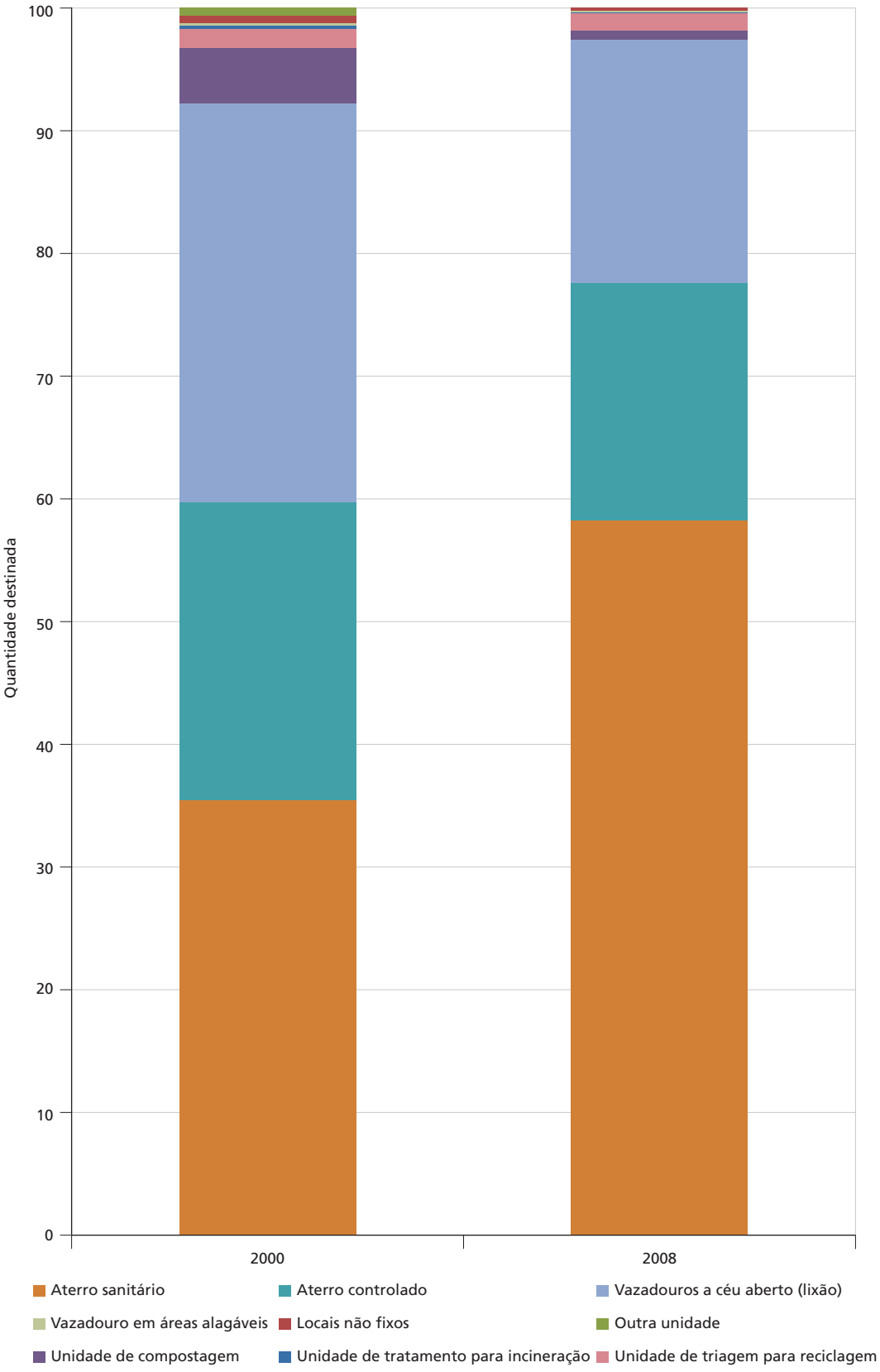
A tabela 24 apresenta o percentual, em peso, dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para cada uma das formas de destinação final presentes na PNSB e o gráfico 2 mostra como foi essa distribuição percentual para os anos 2000 e 2008. Estes dados mostram que a disposição em solo (aterro sanitário, aterro controlado e vazadouro a céu aberto) foi responsável por receber mais de 90% do total de resíduos em ambos os anos.

TABELA 24
Quantidade diária de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para diferentes formas de destinação final

Destino final	2000		2008	
	Quantidade (t/d)	%	Quantidade (t/d)	%
Aterro sanitário	49.614,50	35,4	110.044,40	58,3
Aterro controlado	33.854,30	24,2	36.673,20	19,4
Vazadouros a céu aberto (lixão)	45.484,70	32,5	37.360,80	19,8
Unidade de compostagem	6.364,50	4,5	1.519,50	0,8
Unidade de triagem para reciclagem	2.158,10	1,5	2.592,00	1,4
Unidade de tratamento para incineração	483,10	0,3	64,80	<0,1
Vazadouro em áreas alagáveis	228,10	0,2	35,00	<0,1
Locais não fixos	877,30	0,6	-	-
Outra unidade	1.015,10	0,7	525,20	0,3
Total	**140.080,70**	**-**	**188.814,90**	**-**

Fonte: IBGE (2002; 2010a).
Elaboração dos autores.

GRÁFICO 2
Destinação dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos, por quantidade
(Em %)



Fonte: IBGE (2002; 2010a).
Elaboração dos autores.

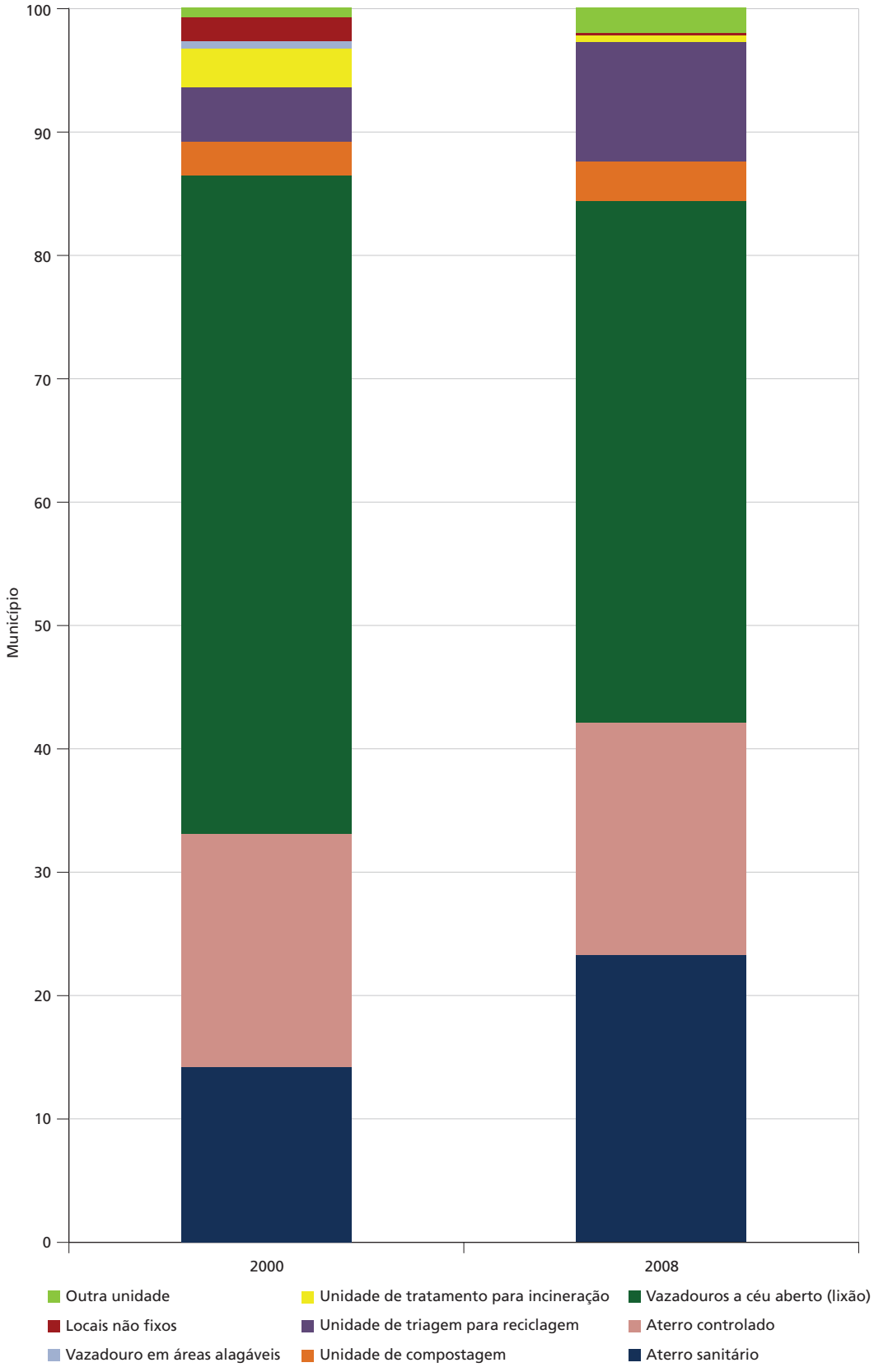
Para avaliar o número de municípios que apresentava determinado tipo de destinação final para os resíduos foi necessário construir a tabela utilizando-se o critério de ocorrência espacial por município, uma vez que um mesmo município poderia apresentar mais de um tipo de solução para a destinação final. A tabela 25 apresenta o número de municípios com presença de diferentes formas de destinação final para resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos e a gráfico 3 mostra a distribuição percentual referente a esta tabela.

TABELA 25
Destinação final de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos por número de municípios

Destino final	Número de municípios		Porcentagem de municípios[1]	
	2000	2008	2000	2008
Aterro sanitário	810	1.540	14,5	27,7
Aterro controlado	1.074	1.254	19,3	22,5
Vazadouros a céu aberto (lixão)	3.763	2.810	54,61	50,5
Unidade de compostagem	157	211	2,8	3,8
Unidade de triagem para reciclagem	248	643	4,5	11,6
Unidade de tratamento para incineração	176	134	3,2	0,6
Vazadouro em áreas alagáveis	33	14	0,6	0,3
Locais não fixos	109	-	2	-
Outra unidade	43	134	0,8	2,4
Total de municípios	**5.565**	**5.565**	**-**	**-**

Fonte: IBGE (2002; 2010a).
Elaboração dos autores.
Nota: [1] A soma das porcentagens é superior a 100%, pois um mesmo município pode ter mais de uma forma de destinação final para seus resíduos.

GRÁFICO 3
Destinação dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos, por número de ocorrência
(Em %)



Fonte: IBGE (2002; 2010a).
Elaboração dos autores.

A tabela 25 mostra que, em oito anos, praticamente dobrou o número de municípios que destinavam seus resíduos em aterro sanitário, apesar da disposição final em lixões ainda ser realidade em 50% dos municípios brasileiros. De acordo com o documento da proposta do Plano de Saneamento Básico (Brasil, 2011),

> [e]m relação à destinação final, observa-se que, segundo os microdados da PNSB de 2008, os vazadouros estão presentes em 48% dos municípios brasileiros, representando integral ou parcialmente as unidades de destino dos resíduos sólidos no país, o que corresponde a 17,9% do volume de resíduos sólidos coletados no país, segundo a mesma fonte.

A partir da tabela 24 e da tabela 25, observa-se que os valores encontrados nesta pesquisa aproximam-se dos citados no referido documento, ou seja, a pesquisa na BME mostrou que os vazadouros a céu aberto estão presentes em 50,5% dos municípios brasileiros, correspondendo a 19,8% da quantidade total, em massa, dos resíduos sólidos encaminhados para um destino final. Se a comparação for feita com relação à quantidade total coletada, este valor aumentará para 20,4%.

Nas próximas seções serão analisadas de maneira mais detalhada as diferentes formas de destinação final para os RSUs, incluindo a reciclagem, a compostagem e a disposição final no solo (vazadouro a céu aberto, aterro controlado e aterro sanitário).

5.1 A reciclagem

De forma semelhante à seção 3, aqui é feita uma análise, a partir dos dados disponíveis, da reciclagem dos diferentes materiais. Estes dados foram obtidos a partir de relatórios divulgados pelas associações setoriais. Uma das principais limitações dessas fontes é o fato de os setores, com poucas exceções, não computarem separadamente a reciclagem do resíduo pré-consumo, aquele gerado nos processos produtivos, e os resíduos pós-consumo, decorrentes da utilização de um bem. O primeiro resíduo seria uma importante ferramenta de análise de eficiência industrial e poderia ser utilizado pelo governo como indicador de eficiência material das empresas. O segundo tipo de resíduo, por sua vez, é aquele que tem mais relevância para estudos na área de saneamento. Em geral, neste trabalho, salvo quando explicitado, os dados de reciclagem são referentes aos dois tipos de reciclagem de forma conjunta.

No caso do alumínio, conforme apresentado na tabela 26, a taxa geral de reciclagem se tem mantido estável nos últimos anos, oscilando na faixa dos 37%. A taxa de reciclagem das latas de alumínio também se tem mantido estável, porém em um patamar bastante superior, já acima dos 90%.

TABELA 26
Reciclagem de alumínio

	Unidade	2005	2006	2007	2008
Resíduo reciclado	1 mil t	301,0	370,0	340,0	412,0
Latas recicladas	1 mil t	127,7	139,1	160,6	165,8
Taxa de reciclagem	%	36,2	41,4	35,5	36,6
Taxa de reciclagem (latas)	%	96,2	94,4	96,5	91,5

Fonte: Abal (2011), Datasus e Brasil (2010d).
Elaboração dos autores.

Conforme apresentado na tabela 27, as estimativas para a reciclagem do aço são mais detalhadas graças ao esforço do MME, que vem buscando aumentar a sistematização das informações na área (Vasques, 2009). Neste caso, o resíduo interno às usinas é aquele gerado pelo próprio setor siderúrgico na confecção de produto de aço; o resíduo industrial

refere-se àquele gerado durante a produção de bens, como a indústria automobilística e de eletrodomésticos; por fim, a sucata de obsolescência seria o "ferro velho" propriamente dito. Com relação a este último grupo, uma importante fração se relaciona com resíduos volumosos, como aqueles da indústria automotiva e dos bens de capital que, segundo as estimativas de Vasques (2009), corresponderiam a quase 60% dos resíduos pós-consumo reciclados no país. Da mesma forma, o resíduo gerado pela construção civil tem uma importância bastante significativa na quantidade total de resíduos pós-consumo. Dessa forma, uma possível estratégia para estimular a reciclagem de aço seria a elaboração de políticas voltadas para resíduos de automóveis e para resíduos industriais; tais políticas poderiam ser desenvolvidas a partir de parcerias entre o MMA e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Uma política de estímulo à reciclagem de aço teria ainda um impacto positivo nas emissões de gases de efeito estufa pelo país, uma vez que a reciclagem é feita, em geral, em fornos elétricos, ao contrário do aço produzido a partir de minério de ferro, que requer carvão mineral.

TABELA 27
Reciclagem de aço

	Unidade	2005	2006	2007	2008
Resíduo reciclado	1 mil t	8.125	8.544	8.853	9.405
Resíduo interno às usinas	1 mil t	2.470	2.597	2.691	2.859
Resíduo industrial	1 mil t	2.486	2.614	2.709	2.878
Resíduos de obsolescência	1 mil t	3.169	3.332	3.453	3.668
Automobilístico	1 mil t	1.014	1.066	1.104	1.390
Bens de capital	1 mil t	866	910	943	991
Construção civil	1 mil t	447	470	487	629
Utilidades domésticas	1 mil t	275	290	300	347
Embalagens	1 mil t	224	235	244	97
Outros	1 mil t	138	145	150	214
Taxa de reciclagem	%	40,9	42,2	35,4	34,6
Taxa de reciclagem embalagens	%	23,9	27,0	27,4	...

Fonte: Datasus, Brasil (2010d) e Vasques (2009).
Elaboração dos autores.

A reciclagem de aparas de papel e papelão no Brasil também é uma atividade bastante consolidada, seja pelo próprio sistema de retorno de resíduos de gráficas e empresas de embalagem, seja pela atuação dos catadores de material reciclável. Considerando os setores estudados neste relatório, este seria aquele com taxa de recuperação de resíduos mais elevada, conforme a tabela 28, embora isto se deva, conforme discutido anteriormente, à natureza dos produtos de papel, que, em sua maioria, têm um ciclo de vida curto.

TABELA 28
Reciclagem de papel e papelão

	Unidade	2005	2006	2007	2008
Resíduo reciclado	1 mil t	3.437,80	3.496,50	3.642,50	3.827,90
Embalagens recicladas	1 mil t	2.410,90	2.436,50	2.595,00	2.761,80
Taxa de reciclagem	%	46,9	45,4	45,0	43,7
Taxa de reciclagem embalagens[1]	%	68,2	67,8	68,1	66,5

Fonte: Bracelpa (2009).
Elaboração dos autores.
Nota: [1]Estimada a partir das aparas recicladas de papel Kraft e de papelão ondulado.

A avaliação da reciclagem de plásticos, conforme apresentado na tabela 29, requer uma análise mais cuidadosa, devido à diversidade de polímeros envolvidos. Como não há uma única organização por trás da indústria do plástico, a tabela precisou ser criada a partir de fontes diversas. Outra dificuldade da coleta de dados sobre a reciclagem de plástico é a grande quantidade de pequenas empresas envolvidas, o que dificulta pesquisas com todo o universo, sendo os dados elaborados a partir de pesquisas amostrais.

Dos materiais analisados nesta pesquisa, o plástico, como um todo, é aquele com menor taxa de reciclagem. Os vários polímeros, entretanto, têm comportamentos bastante distintos. O PET talvez seja o segmento que vem obtendo melhor resultado, com taxas de reciclagem pós-consumo da ordem de 60%. O PEBD aparece em segundo lugar, com uma reciclagem pós-consumo de cerca de 20%; todos os outros polímeros, porém, apresentam taxas inferiores a 10%. Dessa forma, comparando os diferentes materiais, os plásticos são aqueles que apresentam menor taxa de recuperação, sendo potenciais alvos para políticas específicas de estímulo à reciclagem.

TABELA 29
Reciclagem de plástico

	Unidade	2005	2006	2007
Resíduo reciclado	1 mil t	860,0	914,0	962,0
Industrial	1 mil t	335,4	402,2	375,2
Pós-consumo	1 mil t	455,1	511,8	592,0
PEAD	1 mil t	51,9	...	72,0
PEBD	1 mil t	89,9	...	112,0
PET	1 mil t	244,4	...	289,0
PP	1 mil t	32,6	...	53,0
PS	1 mil t	18,4	...	31,0
PVC	1 mil t	9,7	...	22,0
Outros	1 mil t	77,6	...	7,8
Taxa de reciclagem	%	20,6	20,4	19,3
Taxa de reciclagem industrial	%	8,0	9,0	7,5
Taxa de reciclagem pós-consumo	%	12,9	11,4	11,8
PEAD	%	7,5	...	10,9
PEBD	%	16,5	...	19,5
PET	%	49,3	...	53,1
PP	%	3,1	...	4,4
PS	%	6,4	...	8,8
PVC	%	1,4	...	2,7

Fonte: Abiplast (2010), Abiquim (2008), Datasus e Plastivida (2005; 2008).
Elaboração dos autores.

A tabela 30 resume as principais características da reciclagem de vidro. Os dados disponíveis referem-se apenas ao segmento de embalagens, sendo este o principal componente reciclado.

TABELA 30
Reciclagem de vidro

	Unidade	2005	2006	2007	2008
Embalagens reutilizadas	1 mil t	187,8	192,1	212,5	208,1
Resíduo reciclado (embalagens)	1 mil t	422,6	441,9	499,4	489,0
Taxa de reciclagem (embalagens)	%	45	46	47	47

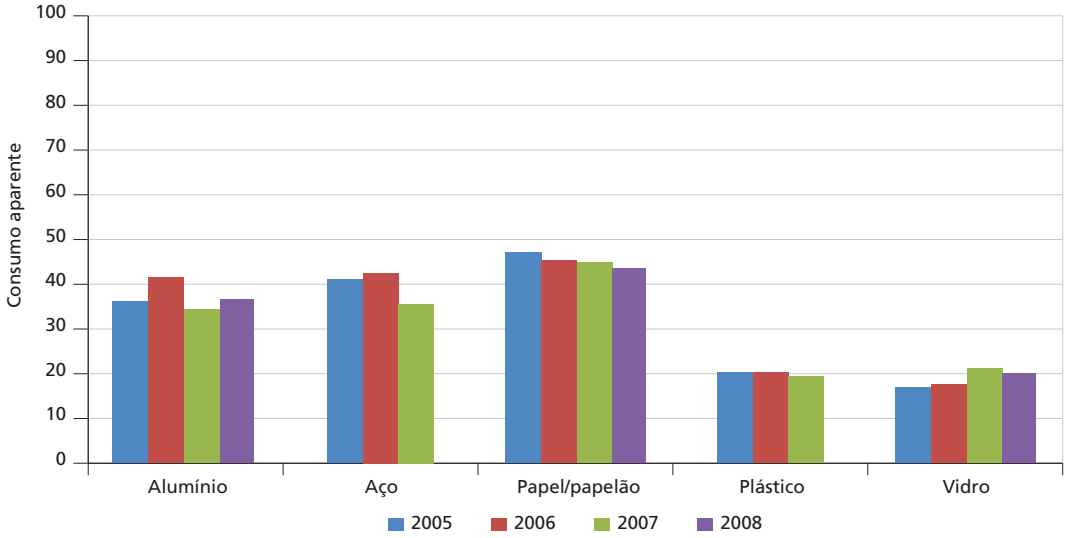
Fonte: MME (Brasil, 2010e) e Abrelpe (2010).
Elaboração dos autores.

Conforme mencionado anteriormente, o vidro é caracterizado pela possibilidade de reutilização, sendo estimado que cerca de 20% das embalagens sejam reutilizadas pela indústria. Além do reuso industrial, estimativas indicam que o reuso caseiro e informal seria responsável por 33% dos destinos destas embalagens (Abrelpe, 2010).

O gráfico 4 compara as taxas de reciclagem dos diferentes materiais. Estas estimativas foram feitas a partir da quantidade de sucata ou aparas recicladas por cada setor e do consumo aparente de cada um dos materiais. Neste gráfico são consideradas de maneira conjunta tanto a reciclagem pré-consumo quanto a reciclagem pós-consumo. A partir deste gráfico, são identificados dois grandes grupos de materiais: alumínio, aço e papel/papelão, que possuem taxas de reciclagem de mesma ordem de grandeza, acima de 35%; por sua vez, plástico e vidro alcançam valores próximos a 20%. Todavia, caso este indicador seja adotado, não se devem

fixar metas de 100%, uma vez que uma parte dos materiais é transformada em bens duráveis, como automóveis, eletrodomésticos, livros etc. Além disso, alguns produtos fabricados com estes materiais são de difícil reciclagem, como é o caso do vidro automotivo.

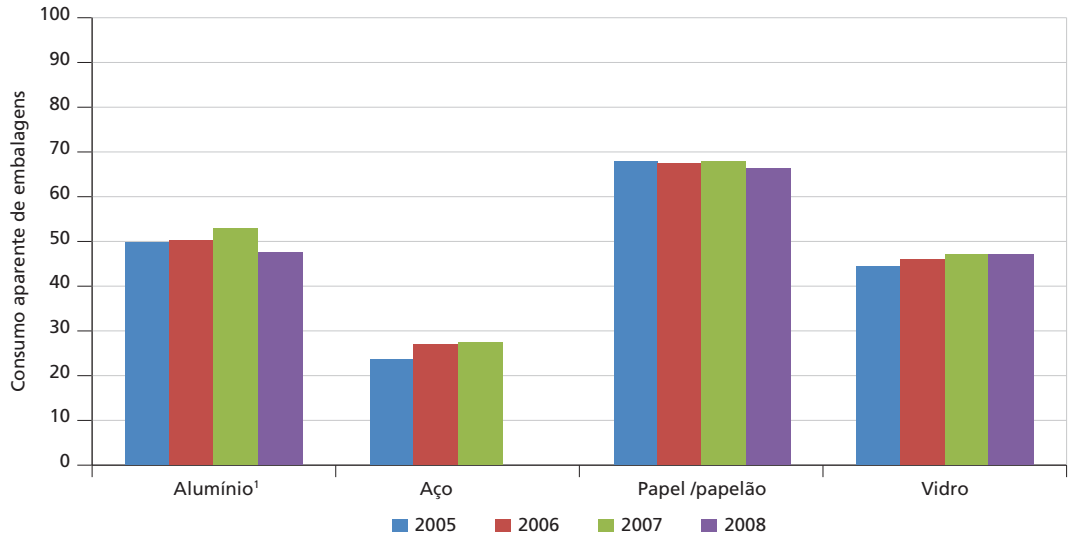
GRÁFICO 4
Taxa de reciclagem de diferentes materiais
(Em %)



Fonte: tabelas 26, 27, 28, 29 e 30.

No gráfico 5, todavia, são apresentadas as taxas de reciclagem estimadas para diferentes embalagens. Neste gráfico não foram apresentados dados para plástico devido à dificuldade de se identificarem fontes consistentes que apresentassem a quantidade de embalagens recicladas. Este gráfico mostra um melhor desempenho do papel/papelão, seguido por alumínio e vidro. Na comparação entre os gráficos 4 e 5, o aço é o único material que apresenta certa redução das taxas de reciclagem, o que sugere que as reciclagens pré-consumo e pós-consumo de resíduos sem ser de embalagens têm uma importância mais expressiva que as de embalagens.

GRÁFICO 5
Taxa de reciclagem de embalagens
(Em %)



Fonte: tabelas 26, 27, 28 e 30.
Nota: [1] A taxa de reciclagem do alumínio foi calculada como a razão entre a quantidade de latas de alumínio recicladas e o consumo aparente de embalagens.

5.2 Compostagem

5.2.1 Situação no Brasil

Apesar de os resíduos sólidos domiciliares no Brasil apresentarem alto percentual de resíduos orgânicos, as experiências de compostagem da fração orgânica são ainda incipientes. O resíduo orgânico, por não ser coletado em separado, acaba sendo encaminhado para disposição final junto com os resíduos perigosos e com aqueles que deixaram de ser coletados de maneira seletiva. Esta forma de destinação gera, para a maioria dos municípios, despesas que poderiam ser evitadas caso a matéria orgânica fosse separada na fonte e encaminhada para um tratamento específico, por exemplo, via compostagem (Massukado, 2008).

A Lei nº 12.305/2010, em seu Artigo 3º, inciso VII, considera a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada de resíduos. Cabe destacar que esta mesma lei estabelece como prioridade para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos (Artigo 9º) "a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos".

Dessa forma, apesar de a lei não explicitar a compostagem como um tipo de tratamento, ela assim será considerada neste trabalho. A tabela 31 apresenta a situação das unidades de compostagem nos anos 2000 e 2008, tanto em relação à quantidade tratada como em relação ao número de municípios que dispõem de unidades de compostagem como forma de destinação dos resíduos. TABELA 31

Número de municípios com unidades de compostagem e quantidade total de resíduos encaminhados para esses locais (2000 e 2008)

Unidade de análise	Número de municípios com unidades de compostagem no próprio município		Quantidade total de resíduos encaminhados para unidades de compostagem no próprio município (t/dia)	
	2000	2008	2000	2008
Brasil	**157**	**211**	**6.364,5**	**1.519,5**
		Estrato populacional		
Municípios pequenos	139	190	529,8	497,2
Municípios médios	15	12	751,0	495,0
Municípios grandes	3	6	5.083,3	527,7
		Macrorregião		
Norte	1	3	5,0	18,4
Nordeste	17	3	112,5	13,0
Sudeste	70	110	5.368,9	684,6
Sul	68	92	192,5	475,3
Centro-Oeste	1	3	685,6	328,2

Observa-se que, apesar do aumento do número de municípios com unidades de compostagem, a quantidade tratada foi reduzida. Esta redução foi mais expressiva na região Sudeste, que em 2000 tratava 5.368,9 t/d (tabela 31) de resíduos e em 2008 passou a tratar 684,6 t/d (tabela 31).

É provável que essa redução seja atribuída especificamente ao município de São Paulo, que, em 2000, contribuía com 4.290 t/d e em 2008 não encaminhava mais resíduos para unidades de compostagem.[7]

7. O fechamento da usina de compostagem de Vila Leopoldina, em 2004, e a não instalação de uma nova refletiu na redução da quantidade de resíduos encaminhada para a unidade de compostagem. Este fato não significa exatamente um cenário ruim para a gestão de resíduos, uma vez que a usina produzia um composto de baixa qualidade do ponto de vista agronômico, pois os resíduos eram provenientes da coleta misturada, cuja separação nas esteiras não era eficiente a ponto de conseguir separar os resíduos orgânicos dos recicláveis e dos resíduos contaminantes; além disso, a localização da própria usina gerava muitas reclamações por parte da população.

A avaliação do potencial existente para tratamento da fração orgânica dos resíduos sólidos produzidos foi feita a partir da composição gravimétrica dos resíduos coletados no Brasil. Para tanto, foi construída a tabela 32, a partir da média simples da composição gravimétrica de 93 municípios brasileiros, pesquisados entre 1995 e 2008.[8] De forma geral, a grande parte desses estudos apresentava a classificação em metal, papel/papelão, plásticos, vidro, orgânicos e outros.

TABELA 32
Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil

Materiais	Participação	Quantidade	
		2000	2008
	%	t/dia	t/dia
Material reciclável	31,9	47.558,5	58.527,4
Metais	2,9	4.301,5	5.293,5
Papel, papelão e tetrapak	13,1	19.499,9	23.997,4
Plástico	13,5	20.191,1	24.847,9
Vidro	2,4	3.566,1	4.388,6
Matéria orgânica	51,4	76.634,5	94.309,5
Outros	16,7	24.880,5	30.618,9
Total coletado	**100,0**	**149.094,3**	**183.481,5**

Fonte: IBGE (2010b) e trabalhos diversos cujas referências estão no anexo B.
Elaboração dos autores.

A tabela 33 apresenta, para 2008, a porcentagem de matéria orgânica tratada em relação ao total estimado coletado, utilizando como referência a composição gravimétrica média (tabela 32) encontrada para o Brasil.

TABELA 33
Porcentagem de matéria orgânica tratada em relação ao total estimado coletado (2008)

Unidade de análise	Quantidade encaminhada para unidade de compostagem (t/d)	Estimativa da quantidade de matéria orgânica coletada[1] (t/d)	Taxa de tratamento em função da quantidade coletada (%)
Brasil	**1.519,5**	**94.309,1**	**1,6**
Estrato populacional			
Municípios pequenos	497,2	40.797,3	1,2
Municípios médios	495,0	32.250,1	1,5
Municípios grandes	527,7	21.262,1	2,5
Macrorregião			
Norte	18,4	7.523,5	0,2
Nordeste	13,0	24.262,6	<0,1
Sudeste	684,6	35.044,1	1,9
Sul	475,3	19.193,7	2,5
Centro-Oeste	328,2	8.285,2	3,9

Elaboração dos autores.
Nota: [1] Quantidade estimada equivale à quantidade total coletada multiplicando-se pela porcentagem da composição gravimétrica.

No geral, tem-se que de um total estimado de matéria orgânica coletada, ou seja, 94.309,5 t/dia (tabela 23), apenas 1,6% dos resíduos orgânicos são destinados para unidades de compostagem, sendo o restante encaminhado para outros destinos finais, destacando-se lixões, aterros controlados e aterros sanitários. A tabela 34 apresenta o número de municípios com unidades de compostagem por estado e no Distrito Federal.

8. Para este estudo, procurou-se utilizar estudos de todas as regiões do Brasil, sendo assim distribuídos: doze da região Norte, dezenove da região Nordeste, 21 da região Sudeste, 34 da região Sul e sete da região Centro-Oeste. Como estratégia de garantir tão ampla amostra, optou-se por não fazer uma separação temporal dos estudos gravimétricos. Para tanto, foi considerado que o padrão de geração de resíduos não variou de forma significativa entre 1995 e 2008. Desta forma, a mesma composição gravimétrica foi aplicada para os anos 2000 e 2008.

TABELA 34
Número de municípios com unidade de compostagem por estado e no Distrito Federal (2008)

UF	Número de municípios com unidade de compostagem	Proporção em relação ao número total de municípios (%)
AL	1	1,0
AM	1	1,6
CE	1	<1,0
DF	1	100
ES	2	2,6
MT	2	1,4
MG	78	9,1
PA	2	1,4
PR	10	2,5
PE	1	<1,0
RJ	12	13,0
RS	66	13,3
SC	16	5,5
SP	18	2,8
Total	**211**	**3,8**

Observa-se que, das 27 Unidades Federativas, apenas catorze possuem unidades de compostagem, sendo os estados com maior número, em relação ao total de municípios, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

A partir desses levantamentos, verifica-se que o processo de tratamento da fração orgânica via compostagem é ainda pouco utilizado em programas municipais de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Os motivos são a dificuldade de se obterem os resíduos orgânicos já separados na fonte geradora; a insuficiência de manutenção do processo; o preconceito com o produto; e a carência de investimentos e de tecnologia adequada para a coleta deste tipo de material (Massukado, 2008).

É esperado que o atual cenário de compostagem no Brasil possa ser melhorado em virtude dos conteúdos estabelecidos nas Leis nº 11.445/2007 (Saneamento Básico) e nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos). A primeira estabelece, em seu Artigo 7º, entre as atividades dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, o tratamento dos resíduos domésticos e daqueles oriundos da limpeza de logradouros e vias públicas, "inclusive por compostagem". A segunda lei considera, em suas definições, a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada para os resíduos sólidos e atribui ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a compostagem dos resíduos sólidos orgânicos (Brasil, 2010a).

Importante destacar comentário com relação aos objetivos estratégicos para a implantação de unidades de compostagem (Brasil, 2010a). Este documento atenta para o fato de que os

> objetivos a serem alcançados precisam ser definidos antes de se iniciar o planejamento operacional, pois podem indicar escolhas diferentes quanto aos métodos a serem empregados. Por exemplo: se o objetivo da compostagem for produzir adubo para a agricultura, a qualidade exigida do composto deve seguir padrões definidos pelo Ministério da Agricultura. Neste caso, a segregação rigorosa dos orgânicos é muito importante. Se, entretanto, o composto não for destinado à agricultura – usado, por exemplo, na contenção de erosão ou para diminuir o volume de resíduos a serem aterrados simplesmente –, a coleta diferenciada perde o sentido.

Complementando o relato, é importante também analisar os interesses distintos dos atores envolvidos na compostagem, que, segundo Ali (2004), podem ser resumidos conforme destacados a seguir.

1) O governo e a administração local buscam alternativas que desviem a maior quantidade possível de resíduos dos aterros sanitários.
2) As universidades e os centros de pesquisa preocupam-se com a proposição de novos modelos de gestão, o desenvolvimento ou melhoramento de tecnologias e também a avaliação da qualidade do composto produzido.
3) As organizações não governamentais (ONGs) buscam divulgar boas práticas de gestão de resíduos sólidos e criar oportunidades de emprego.
4) As empresas privadas ficam atentas às oportunidades de mercados e ao lançamento de novas tecnologias e produtos no intuito de aumentar seus ganhos.
5) As agências reguladoras ficam responsáveis por estabelecer normas, leis etc., visando sempre à conservação do meio ambiente.

O mesmo autor aponta a perda de foco como um dos problemas dos projetos de compostagem nos países em desenvolvimento. Isto significa dizer que a maioria dos projetos tem muitas metas (solucionar o problema da quantidade crescente de resíduos encaminhados ao aterro, geração de emprego e renda, transformar o adubo em fertilizante para o solo), dificultando a sua continuidade.

Nesse contexto, é recomendável que ao traçar objetivos e metas para a compostagem sejam também levados em consideração os interesses que estão envolvidos, não apenas os destacados por Ali, mas também aqueles da comunidade do entorno e dos possíveis compradores do composto.

5.2.2 Experiências bem-sucedidas de compostagem no âmbito internacional

Hogg *et al.* (2002) realizaram estudo sobre normas para compostagem na Europa, América do Norte e Austrália. Esta pesquisa mostrou que um país cujo sistema de compostagem leva em consideração a proteção da saúde humana e animal tende a apresentar as seguintes características:

- estabelecimento de padrões e normas de precaução que definem os resíduos e produtos que podem ou não ser utilizados de acordo com o seu potencial de contaminação. Estas normas, em geral, são estatutárias, ou seja, estão sob forma de lei;
- estabelecimento de normas complementares (impactos ambientais na aplicação do composto no solo, limites para metais pesados, dosagem de nutrientes), que também são de natureza estatutária; e
- estabelecimento de sistemas de controle de qualidade para assegurar aos consumidores a qualidade do composto, determinando exigências específicas para cada tipo de mercado. Estes sistemas são, geralmente, de natureza voluntária e só funcionam quando já existem, no país, normas e padrões mínimos de qualidade do composto estabelecidos por lei.

Apesar das semelhanças aqui descritas, os mesmos autores afirmam que as diferenças do desenvolvimento industrial e político nos diversos países do mundo acarretam uma evolução diferenciada nos padrões de qualidade do composto.

Na sequência são destacados pontos importantes de algumas experiências de compostagem no mundo, seja sob o ponto de vista do processo, da qualidade do composto ou da legislação.

Na Europa, desde que a Diretiva Europeia – EU 1999/31 – exigiu a redução significativa do aterramento de resíduos orgânicos, a compostagem se tornou uma alternativa aos aterros sanitários (Altinbas *et al.*, 2007). A aplicação de estratégias nacionais para reduzir de modo progressivo a quantidade de resíduos orgânicos dispostos nos aterros sanitários também é uma meta estabelecida por esta diretiva.

Slater e Frederickson (2001) afirmam que, na Europa, cerca de 15% da fração orgânica é reaproveitada via compostagem.

De acordo com Massukado (2008), a coleta seletiva dos resíduos orgânicos existe em muitos países europeus, por exemplo Áustria, Alemanha, Grécia, Luxemburgo e Holanda. Este fato se deve, principalmente, à política europeia de separação de resíduos na origem. Mas ainda existem diferenças na quantidade de resíduos orgânicos coletados de maneira seletiva. Enquanto na Áustria e na Alemanha este tipo de coleta atinge mais de 75% dos resíduos orgânicos, os quais são encaminhados para a compostagem, na Grécia, Irlanda e Inglaterra este percentual é inferior a 10%. Em alguns países europeus, como Finlândia, Holanda e Itália, a coleta separada da fração orgânica dos resíduos é realizada em sacolas biodegradáveis, compostadas com os resíduos orgânicos.

Na Itália, o rápido desenvolvimento da compostagem ocorreu a partir de 1993 e decorreu de três fatos principais: aumento dos custos de disposição final; exaustão dos aterros sanitários aliada à dificuldade em se obter a aceitação da população para a criação de novos aterros e plantas de incineração; e introdução, em 1997, da legislação nacional que determina políticas e promove taxas para reciclagem. Em 1993, o número de plantas de compostagem era inferior a cinquenta, e dados de 2004 reportam para um total de 258 plantas (Newman, 2005). O composto é utilizado como condicionador de solo, cumprindo as diretrizes estabelecidas pela Lei Federal Italiana nº 748/1984. Quanto ao mercado, o composto é doado quando o poder público é o responsável pela planta de compostagem, pois o interesse é evitar custos de aterramento.

A situação da Catalunha, Espanha, é semelhante à da Itália. Até 1997, havia somente uma usina de compostagem, e, após este período, seguindo as Diretrizes Europeias, houve um aumento na quantidade de usinas, passando-se para 25 (Barrios *et al.*, 2004). Esta mudança foi também consequência da legislação da Catalunha, que obriga a coletar separadamente a fração compostável dos RSUs em cidades com mais de 5 mil habitantes. De acordo com dados apresentados, a coleta separada é ainda muito limitada e não há material suficiente para as usinas processarem.

Quanto à qualidade do composto, na atualidade, vários países europeus – Alemanha, Áustria, Itália, Dinamarca entre outros – já possuem normas para certificar a qualidade de composto de lixo. Para possuir este certificado, o composto deve cumprir algumas exigências com relação à concentração de metais pesados, ao tipo de matéria prima utilizada, ao grau de maturidade e às aplicações autorizadas para o produto final (ACR, 2005).

Alguns países da Ásia vêm adotando um novo modelo de compostagem em substituição às grandes usinas. A proposta é tratar os resíduos em uma escala menor e que a planta esteja localizada próxima ao local no qual o resíduo foi gerado. O objetivo é melhorar não só a gestão dos resíduos sólidos nesses países, a partir de iniciativas locais da comunidade, mas também a qualidade da população.

Ali (2004), pesquisando a gestão de resíduos em Etiópia, Índia, Bangladesh e Sri Lanka, identificou alguns problemas que provocaram a não continuidade dos projetos de compostagem nestes países, dos quais destacam-se:

- escassez de parceria com governos: parcerias se têm mostrado bastante necessárias para o sucesso dos projetos de compostagem. Em geral, existe pouca parceria entre governo e ONGs ou com o setor privado. Mecanismos devem ser criados para subsidiar os programas de compostagem em troca do benefício que eles trazem para a municipalidade (redução dos custos de transporte e disposição). Subsídios por parte do governo, sob a forma de terra ou pagamento por tonelada processada, são partes importantes do negócio; e
- deficiência de recursos humanos qualificados: as atividades em compostagem são realizadas por diferentes organizações, as quais, dependendo da natureza, podem ser excelentes no processo, ou em marketing do composto, ou em campanhas ambientais. As experiências de compostagem, porém, ressentem-se de um programa que contemple as várias competências.

De acordo com Enayetullah e Maqsood (2001), em Khulna (Bangladesh), a compostagem é favorecida, pois 78% dos resíduos gerados são compostáveis. A estratégia adotada foi a compostagem descentralizada, devido aos seguintes fatores:

- grande potencial de consumidores de composto, em especial fazendeiros cujas propriedades se localizam circundando as periferias;
- baixo custo de transporte tanto para levar os resíduos até a planta de compostagem como para as propriedades dos consumidores; e
- baixo custo de produção devido ao método manual de compostagem.

O quadro 1 apresenta o resumo da área e dos investimentos necessários para implantar plantas de compostagem com diferentes capacidades de tratamento, considerando que a cidade de Khulna produz diariamente 150 t de resíduos orgânicos.

QUADRO 1
Área, mão de obra, custo de instalação e operação, composto produzido e preço de venda para diferentes capacidades de plantas de compostagem

Itens	Capacidade da planta de compostagem		
	3 t/d	10 t/d	20 t/d
Área requerida/planta (m^2)	335	1.070	2.210
Custo fixo/planta[1] (US$)	7.440,00	24.800,00	49.600,00
Custo operacional/planta[2] (US$)	4.960,00	16.540,00	33.080,00
Mão de obra/planta	6	20	40
Produção composto/dia (kg)	750	2.500	5.000
Receita anual venda composto[3] (US$)	8.640,00	28.800,00	57.600,00
Número de plantas necessárias	**50**	**15**	**7**

Fonte: adaptado de Enayetullah e Maqsood (2001).
Notas: [1] Não inclui o custo da terra ou do aluguel da área.
[2] Custo de operação por ano incluindo salário do gerente da planta.
[3] Para 1 t de material compostável são produzidos 250 kg de composto.

Para a cidade de Khulna, portanto, seria possível produzir 37,5 t/d de composto se acaso todo o resíduo orgânico fosse tratado. As plantas descentralizadas de compostagem poderiam gerar também mais postos de trabalho, além de proporcionarem oportunidade de empreendimento para que pequenos empresários possam participar do mercado de reciclagem e compostagem de resíduos (Enayetullah e Maqsood, 2001).

O caso da planta de compostagem desenvolvido pela ONG Waste Concern no distrito de Mirpur, em Dhaka, capital de Bangladesh, mostrou que a compostagem pode ser uma alternativa de gestão e gerenciamento de RSUs, reduzindo a quantidade de resíduos a ser transportada e disposta.

O sucesso financeiro deste projeto se deve ao fato de existir uma grande quantidade de compradores do composto. O fator essencial para a aceitação dos consumidores foi a aprovação dada pelo Conselho de Pesquisa em Agricultura de Bangladesh e do Ministério da Agricultura para utilizar o composto para fins agrícolas.

5.3 A disposição final

Para realizar uma caracterização dos resíduos coletados no Brasil, não foram identificados dados consolidados para a sua composição gravimétrica. De maneira alternativa, a tabela 35 foi construída a partir da média simples da composição gravimétrica de vários municípios brasileiros, pesquisados entre 1995 e 2008, conforme o anexo A. De forma geral, a maior parte desses estudos apresentava a classificação em metal, papel/papelão, plásticos, vidro, orgânicos e outros. Para a desagregação dos tipos de plástico e dos tipos de metais, foi realizado um rateio com base na proporção em que as subclasses (aço/alumínio e plástico-filme/plástico rígido) apareciam em alguns estudos específicos. Apesar desse esforço, as análises da participação dos resíduos recicláveis por região e por tamanho de município se mostraram muito inconsistentes; por este motivo, optou-se por adotar apenas uma composição gravimétrica média para o país como um todo. Ainda como estratégia de garantir esta ampla amostra, optou-se por não fazer uma separação temporal dos estudos gravimétricos. Para tanto, foi considerado que o padrão de geração de resíduos não variou de forma significativa entre 1995 e 2008. Dessa forma, a mesma composição gravimétrica foi aplicada para os anos 2000 e 2008.

Para a construção da tabela 35, optou-se por ignorar o valor apresentado na edição de 2008 da PNSB e adotou-se a mesma quantidade apresentada na seção 3. Esta decisão se deve à inconsistência encontrada na pesquisa do IBGE. Segundo a versão eletrônica deste relatório, no Brasil seriam coletados, por ano, 183.488 t/d de RSUs e seriam dispostos nas diversas modalidades (aterros sanitários, aterros controlados, lixões etc.) 259.547 t/d. Uma análise do relatório, dos microdados e dos questionários sugeriu uma possível dupla contagem no caso dos RSUs encaminhados para unidades de disposição ou tratamento. Além disso, o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2009 (Abrelpe, 2009) indicara que seriam coletados no país 149,2 mil t/d de resíduos em 2008, e uma extrapolação dos dados do SNIS para este mesmo ano indica uma quantidade próxima de 165 mil t/d (Brasil, 2010c). Sendo assim, o valor apresentado pela coleta de material pareceu aquele mais consistente com outras fontes.

TABELA 35
Estimativa da composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados no Brasil

Materiais	Participação	Quantidade	
		2000	2008
	%	t/d	t/d
Material reciclável	31,9	47.558,5	58.527,4
Metais	2,9	4.301,5	5.293,5
Aço	2,3	3.424,0	4.213,7
Alumínio	0,6	877,5	1.079,9
Papel, papelão e tetrapak	13,1	19.499,9	23.997,4
Plástico total	13,5	20.191,1	24.847,9
Plástico-filme	8,9	13.326,1	16.399,6
Plástico rígido	4,6	6.865,0	8.448,3
Vidro	2,4	3.566,1	4.388,6
Matéria orgânica	51,4	76.655,3	94.335,1
Outros	16,7	24.880,5	30.618,9
Total	**100,0**	**149.094,3**	**183.481,5**

Fonte: IBGE (2010a) e trabalhos diversos apresentados no anexo A.
Elaboração dos autores.

A Lei nº 12.305/2010 considera, em seu Artigo 3º, a disposição final ambientalmente adequada como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública, à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

No Brasil, entretanto, não se pode dizer que os aterros sanitários – locais de disposição ambientalmente adequada – recebam apenas rejeitos. Na realidade, o que ocorre ainda é a disposição final de quaisquer resíduos em solo, sendo as principais formas os lixões, aterros controlados e aterros sanitários. Este capítulo analisou as três principais formas de disposição de resíduos no solo – lixão, aterro controlado e aterro sanitário –, as quais correspondem a 90% da quantidade total dos resíduos encaminhados para destino final no próprio município em 2000 e 2008, conforme tabela 24.

A tabela 36 apresenta a quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição em solo, considerando apenas lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

TABELA 36
Quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição em solo, considerando apenas lixão, aterro controlado e aterro sanitário

	Lixão		Aterro controlado		Aterro sanitário	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Brasil	**45.484,70**	**37.360,80**	**33.854,3**	**36.673,20**	**49.614,5**	**110.044,40**
Estrato populacional						
Municípios pequenos	34.533,10	32.504,30	10.405,90	14.067,90	6.878,40	32.420,50
Municípios médios	10.119,60	4.844,50	15.525,50	17.278,30	17.105,80	45.203,40
Municípios grandes	832,00	12,00	7.922,90	5.327,00	25.630,30	32.420,50
Macrorregião						
Norte	6.148,50	4.892,50	3.221,8	4.688,20	1.350,2	4.540,60
Nordeste	20.579,60	23.461,50	6.113,1	6.819,00	6.714,9	25.246,60
Sudeste	11.521,00	3.636,20	15.685,6	16.767,00	32.568,4	61.576,80
Sul	4.645,80	1.432,80	4.698,8	3.485,00	5.882,1	15.293,10
Centro-Oeste	2.589,80	3.937,80	4.135,0	4.914,00	3.098,9	3.387,30

Elaboração dos autores.

A partir dos dados da tabela 36, observa-se que, em termos quantitativos, houve um aumento de 120% na quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos dispostos em aterros sanitários e uma redução de 18% na quantidade de resíduos encaminhada para lixões. Os municípios de pequeno e médio portes tiveram acréscimos significativos, 370% e 165%, respectivamente, na quantidade de resíduos encaminhada para disposição em aterros sanitários. Este fato pode ter ocorrido em função da escassez de locais adequados para disposição dos resíduos nos municípios de grande porte.

As regiões Sul e Sudeste apresentaram redução de cerca de 70% na quantidade de resíduos enviados para os lixões. Todas as regiões tiveram acréscimo na quantidade de resíduos encaminhada para aterros sanitários, com destaque especial para as regiões Norte e Nordeste, que quase quadruplicaram a quantidade em relação a 2000.

Os gráficos 6 e 7 representam graficamente os dados da tabela 36.

GRÁFICO 6
Quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição no solo
(Em t/d)

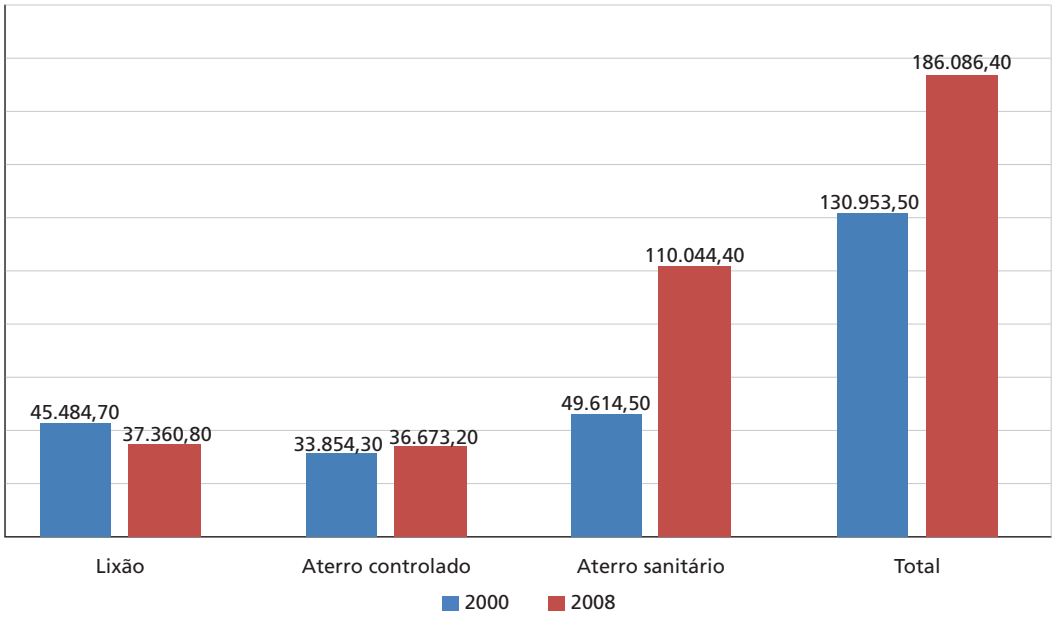
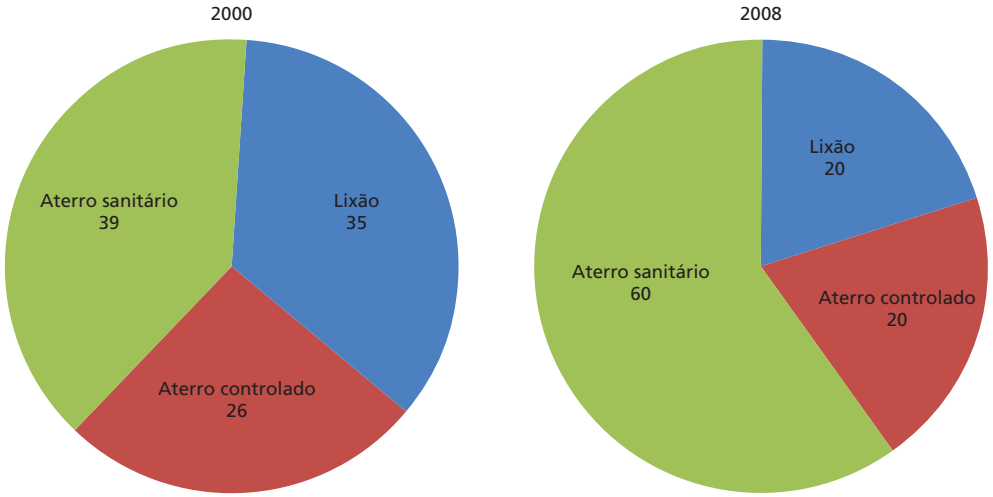
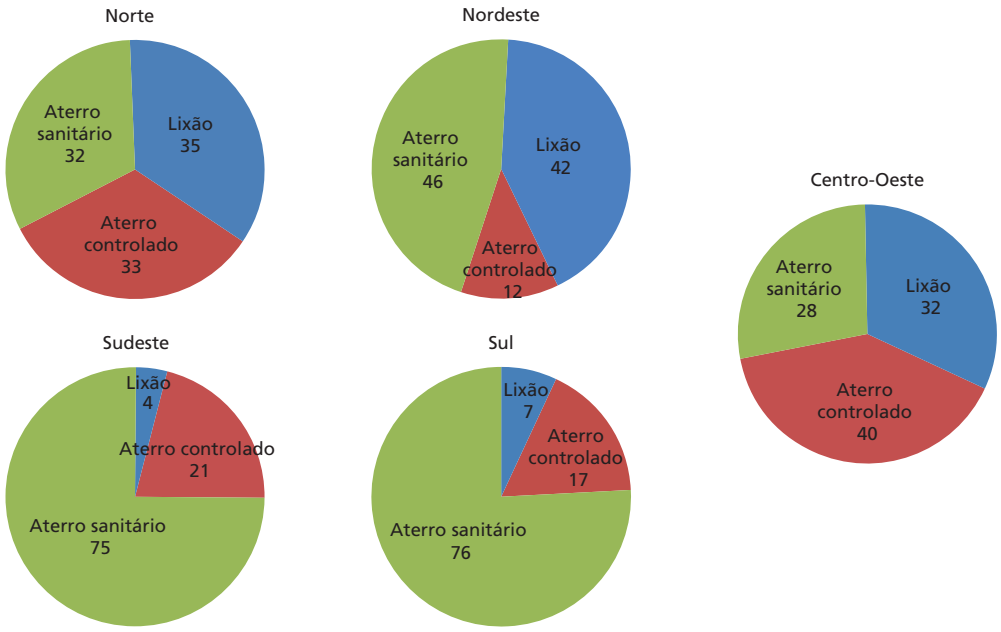


GRÁFICO 7
Distribuição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição no solo (2000 e 2008)
(Em %)



Apesar de a quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos destinados para aterros sanitários ter aumentado de maneira significativa (120%) entre 2000 e 2008, ainda se tem 74.034 t/d de resíduos com disposição inadequada, seja em lixões ou em aterros controlados. Em relação às macrorregiões, o gráfico 8 apresenta a distribuição percentual em cada região da disposição final dos resíduos coletados.

GRÁFICO 8
Distribuição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição no solo nas macrorregiões do Brasil (2008)
(Em %)



Observa-se que as regiões Sul e Sudeste têm melhores desempenhos com relação à quantidade de resíduos dispostas de maneira adequada. As regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste ainda dispõem mais da metade dos resíduos de forma inadequada.

A tabela 37 resume o número de unidades de destino de resíduos considerando apenas disposição no solo em lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

TABELA 37
Número de unidades de destino de resíduos considerando apenas disposição no solo em lixão, aterro controlado e aterro sanitário

Unidade de análise	Lixão		Aterro controlado		Aterro sanitário	
	2000	2008	2000	2008	2000	2008
Brasil	**4.642**	**2.906**	**1.231**	**1.310**	**931**	**1.723**
Estrato populacional						
Municípios pequenos	4.507	2.863	1.096	1.226	773	1.483
Municípios médios	133	42	130	78	125	207
Municípios grandes	2	1	5	6	33	33
Macrorregião						
Norte	430	388	44	45	19	45
Nordeste	2.273	1.655	142	116	77	157
Sudeste	1.040	317	475	807	463	645
Macrorregião						
Sul	584	197	466	256	280	805
Centro-Oeste	315	349	104	86	92	71

Fonte: IBGE (2000, tabela 109; 2008, tabela 92).
Obs.: um mesmo município pode apresentar mais de um tipo de destinação de resíduos.

Observa-se um aumento no número de unidades de disposição no solo em aterros sanitários e aterros controlados, ao mesmo tempo em que se reduz o número de lixões. Tanto os municípios de pequeno porte quanto aqueles de médio e grande portes reduziram o número de lixões, com a quantidade de novos aterros sanitários quase dobrando nos municípios de pequeno porte.

Em 2000, 68% das unidades de disposição no solo correspondiam aos lixões, 18% aos aterros controlados e 14% aos aterros sanitários. Em 2008, 49% das unidades de disposição no solo eram lixões, 22% aterro controlados e 29% aterros sanitários. Os gráficos 9 e 10 apresentam estes dados em forma de gráfico.

GRÁFICO 9
Distribuição das unidades de disposição no solo (2000 e 2008)
(Em %)

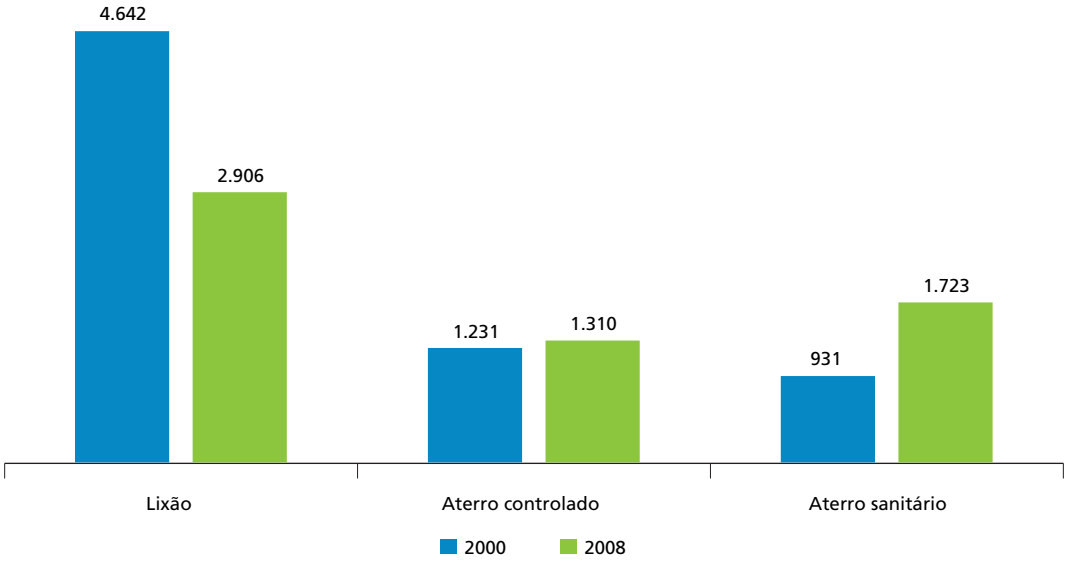
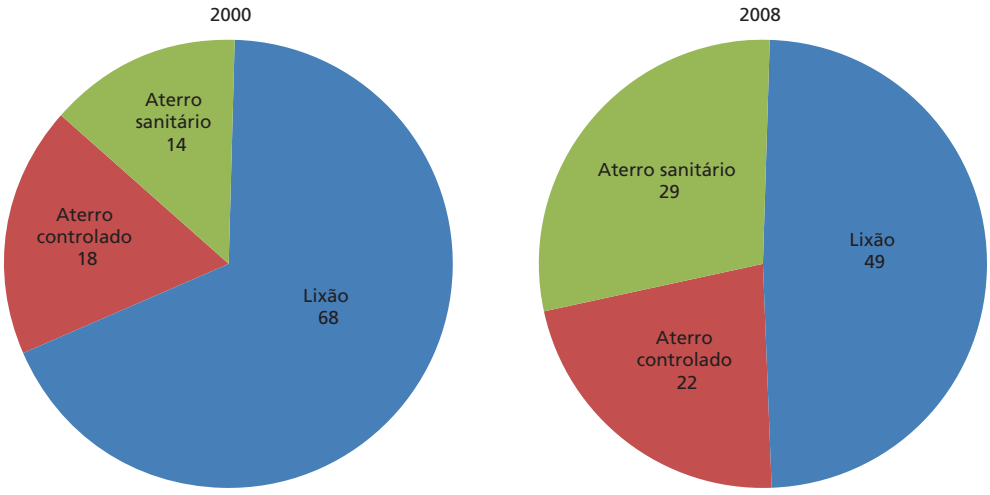


GRÁFICO 10
Comparação da quantidade de unidades de disposição no solo de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (2000 e 2008)



Elaboração dos autores

Além das informações obtidas na base do BME do IBGE para analisar os dados de disposição final dos resíduos no Brasil, foi consultado o documento *Proposta de Plano Nacional de Saneamento Básico* (PLANSAB), publicado pelo Ministério das Cidades (Brasil, 2011), no qual constam as metas de curto, médio e longo prazos para os sistemas de saneamento – abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais.

Especificamente para o manejo dos resíduos sólidos, destaca-se a meta R3 – número de municípios com presença de lixão/vazadouro de resíduos sólidos/total de município. Este documento propõe como indicador para esta meta a "% de municípios com presença de lixão/vazadouro de resíduos sólidos", no qual foram estabelecidas metas progressivas de expansão e qualidade dos serviços, para as cinco macrorregiões e para o país, conforme apresentado na tabela 38.

TABELA 38
Metas progressivas para manejo de resíduos sólidos nas macrorregiões e no Brasil
(Em %)

Ano	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
2008	51	86	89	19	16	73
2015	0	0	0	0	0	0
2020	0	0	0	0	0	0
2030	0	0	0	0	0	0

Elaboração dos autores.

A tabela 39 apresenta um resumo do número de municípios que têm lixões, assim como a quantidade total de lixões existentes no Brasil e nas macrorregiões.

TABELA 39
Número de municípios que têm lixões e quantidade total de lixões existentes no Brasil e nas macrorregiões (2008)

Unidade de análise	Número de municípios	População urbana	Lixões como unidade de disposição no solo		Municípios com presença de lixões	
			Quantidade	%	Quantidade	%
Brasil	**5.565**	**160.008.433**	**2.906**	**52,2**	**2.810**	**50,5**
Norte	449	11.133.820	388	86,4	380	84,6
Nordeste	1.794	38.826.036	1.655	92,3	1.598	89,1
Sudeste	1.668	74.531.947	317	19,0	311	18,4
Sul	1.188	23.355.240	197	16,6	182	15,3
Centro-Oeste	466	12.161.390	349	74,9	339	72,7

Elaboração dos autores.

Tendo por base a tabela 39, verifica-se que, no Brasil, o número de lixões é superior à quantidade de municípios com este tipo de disposição. Isto significa que em um mesmo município pode haver mais de um lixão, por exemplo, distribuídos pelos distritos.

Cabe destacar a observação apresentada no documento da Proposta de Plano Nacional de Saneamento Básico, o qual afirma que

> as metas de curto, médio e longo prazos apresentadas para o indicador R3 – "% de municípios com presença de lixão/vazadouro de resíduos sólidos" – visam dar cumprimento à determinação da Lei nº 12.305/2010, que estabelece a erradicação de lixões ou vazadouros até 2014.[9] Contudo, é essencial ficar claramente registrado que os resultados da consulta a especialistas, realizada por meio do Método Delphi, apontam para metas muito menos otimistas que aquelas aqui adotadas. A partir da consideração de que a publicação da Lei nº 12.305/2010 exercerá forte efeito indutor na antecipação da erradicação dos vazadouros, ajustaram-se os valores das metas indicadas pela consulta e se obtiveram, para o Brasil, os valores de 35%, 23% e 0%, respectivamente para 2015, 2020 e 2030, quanto à proporção de municípios com presença de lixões e vazadouros.

9. Lei nº 12.305/2010, Artigo 54: "A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do Artigo 9º , deverá ser implantada em até quatro anos após a data de publicação desta lei".

Seguindo as novas metas, tem-se que, entre 2008 e 2015, o Brasil deveria erradicar 862 lixões; entre 2015 e 2020 seriam 668; e entre 2020 e 2030, os 1.280 lixões restantes. Desta forma, a partir de 2030, o Brasil não teria mais lixões como forma de disposição final dos resíduos.

De acordo com levantamento da Abrelpe (2010), em 2010, o Brasil possuía 1.641 municípios com lixões. Isto significa que em dois anos teria havido uma redução de 40% na quantidade de municípios com lixões, e em números absolutos foram extintos 1.169 lixões. Analisando sob a ótica das macrorregiões, tem-se que a região Centro-Oeste obteve 50% da redução no número de lixões, a região Nordeste 46%, a região Norte 32%, a região Sul 30% e a região Sudeste 26%.

Cabe dar destaque a que, para 2008, a publicação *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil* (Abrelpe, 2008) identificou 1.647 municípios com a presença de lixões,[10] diferindo em 1.163 municípios em relação ao dado da PNSB 2008. Isto pode ter ocorrido em função de a metodologia utilizada pela Abrelpe não contemplar todos os municípios, sendo realizada uma projeção/extrapolação dos dados para o Brasil e regiões.

De toda forma, a informação da Abrelpe pode indicar uma tendência favorável à eliminação dos lixões.

6 UMA OUTRA ABORDAGEM: A VISÃO POR MATERIAL

A proposta deste relatório foi apresentar um diagnóstico da situação da gestão dos RSUs no Brasil. Para isto, ele foi estruturado a partir da visão das etapas desta gestão, sendo os indicadores separados para cada uma delas. Apesar de didática, esta estrutura dificulta a avaliação do desempenho dos diferentes materiais recicláveis.

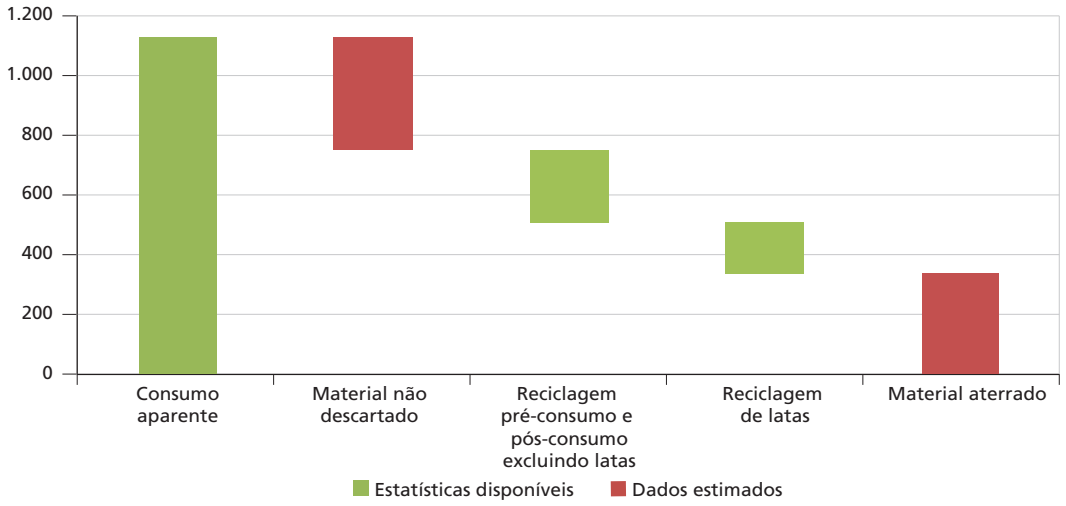
Como forma de contribuir para uma visão de acordo com os diferentes materiais, outra organização é adotada nesta seção. Embora se tenha tentado manter a mais elevada consistência possível, esses dados devem ser usados com cautela, pois resultam da combinação de indicadores de diferentes fontes, natureza e graus de precisão. A não ser quando explicitado, todos os dados se referem a 2008.

Os gráficos apresentados nesta seção têm como ponto de partida, novamente, o consumo aparente dos materiais, apesar das limitações já explicitadas na seção 2. As informações apresentadas resumem, a partir de outra organização, dados apresentados ao longo do relatório. Estas informações são separadas em: coletadas em fontes secundárias e outras estimadas neste trabalho. Como os dados foram obtidos a partir de diferentes fontes, os gráficos tendem a variar de acordo com a qualidade e a disponibilidade de tais informações.

No gráfico 11, sobre alumínio, a quantidade de "material não descartado" foi estimada como a diferença entre o consumo aparente e o somatório das demais frações. Este material corresponderia, em teoria, àquela quantidade que possui um ciclo de vida mais longo, por exemplo, esquadrias de alumínio usadas na construção civil ou peças de alumínio incluídas nos automóveis. Os dados sobre material descartado foram estimados a partir da gravimetria apresentada nas tabelas 32 e 35.[11]

10. No documento *Panorama de resíduos sólidos no Brasil* (2007), a quantidade de municípios com presença de lixão iguala-se à de 2008. Isto significa que no intervalo de um ano não houve erradicação de lixão.
11. A PNSB apresenta os dados estimados em toneladas diárias. Esta informação precisou ser convertida para 1 mil anuais para que fosse comparável aos demais indicadores. Para isto, considerou-se que os serviços de coleta ocorreriam nos municípios seis dias por semana (excluindo os domingos). Desta forma, em vez de se multiplicar a quantidade diária por 365 dias para se calcular a quantidade anual, adotou-se o valor de 312,9 como multiplicador.

GRÁFICO 11
Fluxo do alumínio (2008)
(Em 1 mil t)

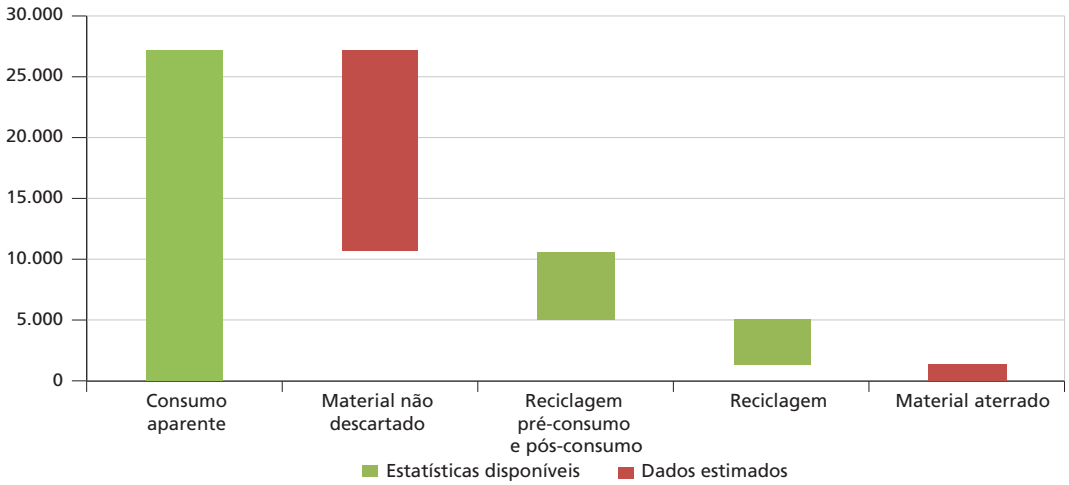


Fonte: Abal (2008), Abrelpe (2010), IBGE (2010a) e Brasil (2010d).
Elaboração dos autores.

Esse gráfico aponta para a importância da reciclagem das latas de alumínio, que chega a responder por cerca de 40% de todo o alumínio reciclado no país. Esta participação está relacionada à grande participação das embalagens no uso do alumínio. Apesar do cuidado com que o setor divulga as taxas de reciclagem de latas de alumínio, não foram identificados valores precisos para outros materiais, nem para a distinção entre reciclagem pré e pós-consumo.

A análise do aço, apresentada no gráfico 12, mostra uma quantidade mais elevada do material sendo incorporada pela sociedade, o que se deve principalmente ao papel que ele possui para as indústrias da construção civil e automobilística. Além disto, os dados mostram outra escala de indústria, com um consumo aparente cerca de vinte vezes superior ao do alumínio. As estatísticas são mais bem organizadas e permitem identificar a importância da reciclagem pré-consumo. A participação do material aterrado é bastante baixa, talvez reflexo do volume dos artefatos de aço (por exemplo, geladeiras, máquinas de lavar etc.) que são descartados pela população e de fácil coleta pela rede de ferros-velhos existente no país.

GRÁFICO 12
Fluxo do aço (2008)
(Em 1 mil t)



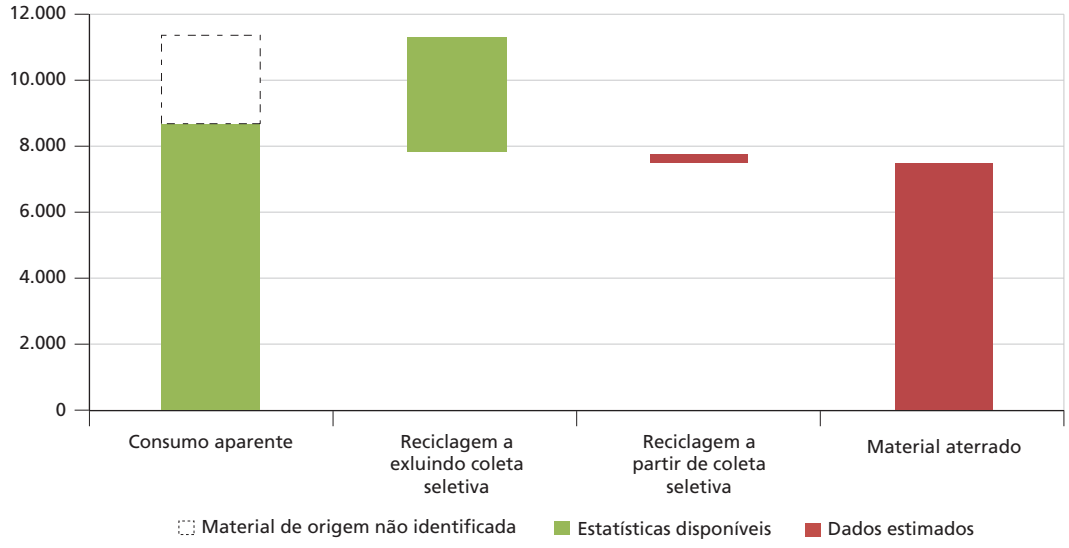
Fonte: IBGE (2010a), Brasil (2010d) e Vasques (2009).
Elaboração dos autores.

Os dados coletados para papel/papelão apresentados no gráfico 13 precisam ser considerados com cautela. As diferentes fontes de informação mostram uma elevada inconsistência na quantidade estimada de papel descartado e reciclado, sendo superior ao consumo aparente do país. Devido a esta inconsistência, não se estimou a quantidade de material não descartado, tal como livros, papéis de imprimir etc.

As causas dessa inconsistência, que também foi identificada nos dados de plástico e de vidro, não são claras e deveriam ser aprofundadas em estudos mais detalhados com os representantes setoriais. Elas podem ser associadas a possíveis erros na estimativa da quantidade de resíduos gerados no país (IBGE, 2010a), à variação na taxa de descarte de materiais de um ano para outro, ou à não inclusão do comércio internacional de produtos e embalagens de papel nas estatísticas de consumo aparente.

Para a construção da tabela 14, foram utilizadas as informações apresentadas nas tabelas 6, 16 e 20. Segundo estas informações, a participação dos programas oficiais (com participação ou não de catadores) para a reciclagem seria muito baixa, sendo a grande parte do material secundário resultante da reciclagem de aparas pré-consumo ou material obtido com a coleta informal.[12]

GRÁFICO 13
Fluxo de papel e papelão (2008)
(Em 1 mil t)

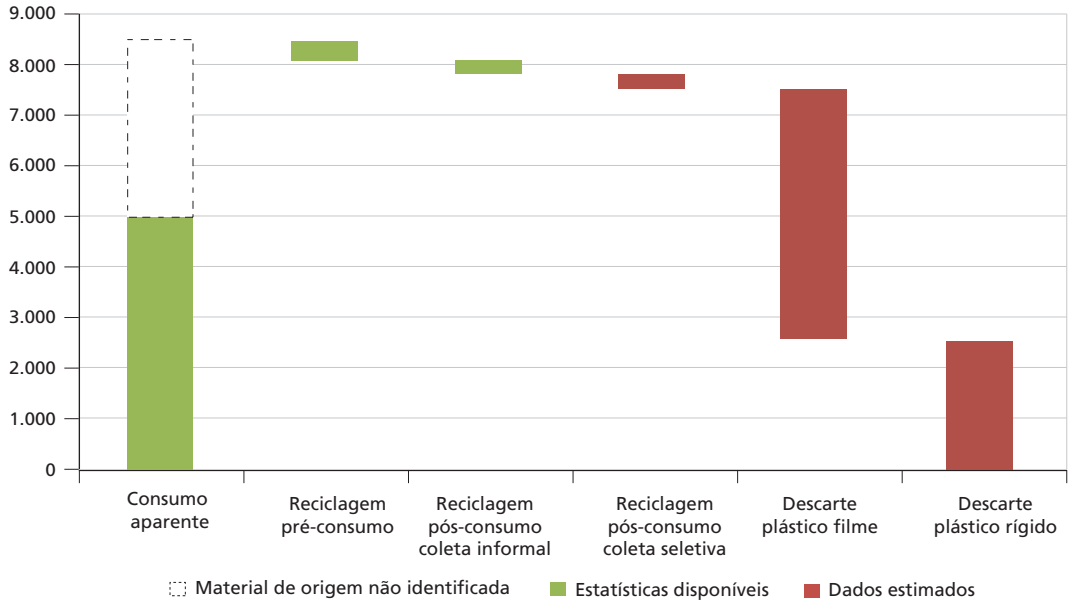


Fonte: Bracelpa (2010), IBGE (2010a) e Brasil (2010c).
Elaboração dos autores.

A análise do plástico, apresentada no gráfico 14, também apresentou uma significativa inconsistência entre os dados referentes ao consumo aparente e ao material descartado. Neste caso, apenas a quantidade de plástico-filme descartado supera todo o consumo aparente de plástico do país. Independente desta inconsistência, o gráfico demonstra a pequena taxa de reciclagem deste material, tanto pré-consumo quanto pós-consumo. Ele também aponta para a importância da coleta informal dele, a qual teria uma contribuição equivalente àquela dos programas de coleta seletiva desenvolvidos pelos governos locais.[13]

12. Não foi possível estimar a contribuição dos programas de coleta seletiva para a reciclagem de alumínio e de aço, pois o Sistema Nacional de Informação em Saneamento (SNIS) não apresenta os dados sobre metais de forma desagregada.
13. Devido à indisponibilidade dos dados, as informações de consumo aparente e reciclagem são relativas a 2007 e os dados de disposição final dizem respeito a 2008. Apesar desta imprecisão, considerando-se as informações apresentadas na tabela 10, parte-se do pressuposto de que a quantidade de resíduos coletados nos dois anos não tenha variado de forma a prejudicar a análise apresentada.

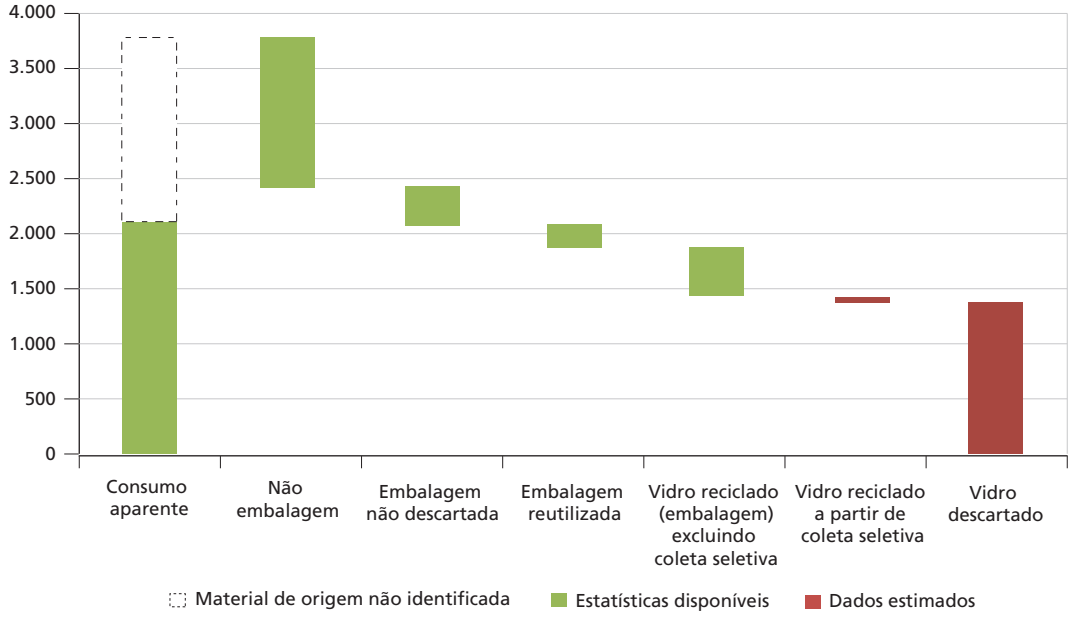
GRÁFICO 14
Fluxo do plástico (2007-2008)
(Em 1 mil t)



Fonte: IBGE (2010a), ABIPLAST (2010), Plastivida (2008) e Brasil (2010c).
Elaboração dos autores.

Por fim, o gráfico 15 apresenta os dados levantados para o vidro. Semelhante ao que ocorre com o plástico e o papel, existem inconsistências entre a quantidade estimada de vidro descartado e o seu consumo aparente. Os dados disponíveis, mais uma vez, apontam para a pequena contribuição dos programas de coleta seletiva e a importância de outras formas de reciclagem. Ao mesmo tempo, indicam a relevância da reutilização de embalagens no Brasil, prática que poderia ainda ser estimulada em um eventual acordo setorial com o setor de embalagens.

GRÁFICO 15
Fluxo do vidro (2008)
(Em 1 mil t)



Fonte: IBGE (2010a) e Brasil (2010e).
Elaboração dos autores.

7 ASPECTOS ECONÔMICOS DA GESTÃO DE RSU

7.1 Algumas questões gerais

Nesta seção, busca-se apresentar alguns itens relacionados à economia da gestão dos RSUs. Devido a esta questão não ser abordada de forma detalhada pela PNSB, os dados apresentados foram todos retirados dos estudos realizados pelo Ministério das Cidades (Brasil, 2010c).

Devido à sua complexidade, a gestão dos RSUs pode representar despesas significativas para os governos locais. Esta despesa tende a variar de acordo com as características do município (tamanho, relevo, distância até o local de disposição final) e a qualidade do serviço prestado (coleta seletiva de materiais recicláveis, coleta de resíduos volumosos, frequência da coleta e da varrição etc.). O tamanho da amostra e a qualidade dos dados apresentados pelo SNIS, todavia, não permitem uma avaliação qualitativa muito aprofundada, devendo algumas destas análises ser desenvolvidas em estudos específicos.

Considerando uma amostra de 256 municípios, a despesa com manejo de RSU corresponde em média a 5,3% das despesas correntes das prefeituras. Este valor também é verificado para a amostra dos municípios médios e grandes, sendo, porém, um pouco inferior nos municípios pequenos – 4,2% (Brasil, 2010c).

A tabela 40 apresenta os valores médios das despesas com os serviços de manejo de RSU para 2008. Na pesquisa, há uma série de municípios cuja gestão dos RSUs é compartilhada por agentes públicos e agentes privados. Porque os dados não permitiam distinguir a população atendida por cada um desses agentes, na análise por agente foi necessário considerar apenas os municípios que tinham a gestão exclusivamente desempenhada por um grupo ou por outro. Por este motivo, a soma do tamanho da amostra de agentes públicos e de agentes privados é diferente da amostra total.

TABELA 40
Despesas com serviços de manejo de RSU (2008)

Unidade de análise	Amostra total (agentes públicos, privados e gestão compartilhada)		Exclusivamente agentes públicos		Exclusivamente agentes privados	
	n	R$/hab.	n	R$/hab.	n	R$/hab.
Municípios pequenos	153	44,18	61	40,74	21	53,03
Municípios médios	151	54,74	10	41,81	52	46,35
Municípios grandes	14	84,32	1	56,65	-	-
Total	**318**	**67,09**	**72**	**45,39**	**73**	**46,79**

Fonte: Brasil (2010c).
Elaboração dos autores.
Obs.: os índices foram calculados utilizando a população urbana do município.

As informações obtidas mostram um aumento das despesas de acordo com o tamanho dos municípios. Esta tendência, em princípio, poderia ser associada a um aumento dos custos logísticos ou à melhoria da qualidade dos serviços prestados nas cidades maiores. Por exemplo, normalmente a varrição e capina em cidades grandes é realizada com mais frequência que em cidades pequenas. Por sua vez, um valor menor nas cidades pequenas também poderia ser explicado por um controle menos rigoroso dos custos, devendo tal informação ser avaliada em estudos futuros.

Com relação à natureza dos agentes, os dados indicam que nos três grupos de municípios existe uma predominância da divisão de atividades entre agentes públicos

e agentes privados. Considerando a atuação exclusiva de um grupo, existe uma predominância de agentes públicos em municípios pequenos e de agentes privados em municípios médios. Comparando a atuação exclusiva de cada grupo nos dois tipos de município, as despesas são mais elevadas quando desempenhadas por agentes privados. Possíveis explicações para este comportamento poderiam ser um maior grau de exigência por parte dos governos locais após a concessão do serviço ou talvez um controle menos rigoroso dos custos de gestão por parte dos agentes públicos. Para confirmar esta tendência, assim como no caso anterior, recomenda-se realizar estudos específicos.

Para complementar as informações sobre despesas com manejo de RSU, a tabela 41 apresenta dados relativos apenas às despesas com coleta de materiais. Para a construção desta tabela, seguiu-se o mesmo raciocínio da tabela anterior, apresentando-se, a princípio, as informações de todos os municípios e, depois, separando-se aqueles cuja coleta é exclusivamente pública daqueles cuja coleta é exclusivamente privada.

TABELA 41
Despesas com serviços de coleta de RSUs (2008)

Unidade de análise	Amostra total (agentes públicos, privados e gestão compartilhada)			Exclusivamente agentes públicos			Exclusivamente agentes privados		
	n	R$/hab.	R$/t	n	R$/hab.	R$/t	n	R$/hab.	R$/t
Municípios pequenos	110	21,28	39,06	53	15,73	32,77	28	22,50	62,75
Municípios médios	117	24,15	67,37	16	21,69	49,89	56	23,20	74,99
Municípios grandes	13	40,70	90,82	1	10,10	31,01	2	60,25	167,50
Total	**240**	**32,24**	**78,07**	**70**	**18,29**	**43,29**	**86**	**39,71**	**118,88**

Fonte: Brasil (2010c).
Elaboração dos autores.
Obs.: os índices foram calculados utilizando-se por base a população atendida pela coleta.

Os dados da amostra obtida do SNIS sugerem uma predominância de agentes públicos na coleta em municípios pequenos e de agentes privados em municípios médios. Quanto aos municípios grandes, a coleta tende a ser desenvolvida por ambos os agentes. Com relação aos valores, do ponto de vista da amostra total, também se percebe um aumento do preço de acordo com o tamanho dos municípios, ou seja, a coleta em municípios grandes seria mais onerosa que em municípios médios e pequenos. Na comparação entre serviços prestados por agentes públicos e agentes privados, os dados sugerem, novamente, que as despesas com agentes privados seriam mais elevadas que as despesas com agentes públicos. Da mesma forma que no caso da gestão dos RSUs, estas tendências deveriam ser avaliadas a partir de pesquisas mais aprofundadas.

7.2 A cobrança pela coleta de resíduos

Conforme já mencionado, a gestão dos RSUs, devido à sua complexidade e estrutura, apresenta grande necessidade de recursos financeiros, seja para investimentos – compra de caminhões, instalação dos aterros sanitários etc. –, seja para custeio das operações – pagamento de pessoal, aquisição de material de consumo etc.

Apesar dessa necessidade, em muitos locais é comum a oferta do serviço à população, sem cobrança direta. Em geral, "taxas de limpeza pública" são embutidas nos impostos prediais e territoriais e acumuladas no tesouro municipal, embora nem sempre sejam coerentes com os gastos reais. Seu uso, portanto, é decidido durante a votação do orçamento pelas câmaras municipais, o que nem sempre garante que estes recursos tenham a utilização prevista originalmente.

Além de gerar receita, a cobrança por esses serviços poderia servir de meio para transmitir mensagens à sociedade e educar a população quanto à necessidade de se reduzir a quantidade de resíduos gerados. Entretanto, quando a cobrança está embutida nos impostos territoriais, por exemplo, perde-se esse fator educativo. O sentimento de que gerenciar o lixo não custa nada permite o aumento inconsequente da geração dos RSUs. Além disso, o custo marginal é inexistente; gerando ou não resíduos, as pessoas pagam o mesmo valor. Existem importantes críticas a tal posicionamento, uma vez que informar aos cidadãos os custos da coleta e disposição dos resíduos, pelos quais já pagam, poderia incentivar a redução da geração de resíduos (Denison e Ruston, 1990).

Nesse sentido, há muitos que defendem não apenas a cobrança por serviços de coleta de resíduos, mas que esta seja efetuada sob a forma de tarifa. Uma vez que tornaria não apenas mais transparente o uso do dinheiro, mas também porque teria a capacidade de induzir a diminuição da quantidade de resíduos gerada, no caso de se aplicar a cobrança progressiva pela geração de resíduos (Magalhães, 2009).

Com esse objetivo, diversos países – por exemplo, Alemanha, Bélgica, Estados Unidos, Finlândia, França, Holanda, Inglaterra, Itália, Luxemburgo e Nova Zelândia – cobram pela coleta de resíduos. Tais cobranças visam não apenas financiar o sistema, mas também incentivar a população a produzir menos resíduos (Fenton e Hanley, 1995). Esta cobrança, usualmente, recai apenas sobre os resíduos que são encaminhados para aterros ou incineradores, enquanto os resíduos coletados para posterior reciclagem não são cobrados. Esta arrecadação diferenciada também procura incentivar as pessoas a participarem dos programas de coleta seletiva. Todavia, embora a cobrança pelo serviço de coleta de resíduos gere benefícios financeiros e educativos, ela também apresenta alguns riscos e problemas.

A princípio, dado o cenário de baixa capacidade institucional e limitada estrutura de monitoramento, a cobrança por coleta de resíduos aumentaria a disposição ilegal, uma vez que isto reduziria os valores pagos na forma de tarifa (Fullerton, 1998; Miranda e Aldy, 1998). Embora experiências internacionais demonstrem que uma fiscalização inicial efetiva diminua a chance de disposição ilegal (Dewees e Hare, 1998), o histórico da gestão de RSU no Brasil demonstra que o controle é muito frágil no país para se esperarem resultados semelhantes.

Em segundo lugar, a cobrança de tarifas tende a tornar o gerenciamento mais complexo e a aumentar o custo administrativo do sistema. Além disso, pode haver aumento da irregularidade no fluxo de caixa. Na projeção deste, deve-se levar em consideração que o objetivo dos programas é reduzir a quantidade de resíduos, o que significa redução da receita.

Por fim, outra dificuldade encontrada diz respeito aos domicílios multifamiliares. A solução mais prática e utilizada em outros países é o uso de contêineres coletivos, cujo custo é rateado entre as pessoas (Wiedemann, 1999). Entretanto, a possibilidade de pessoas socializarem os custos da gestão de seus resíduos é grande, análogo à cobrança de água em edifícios, cuja conta é paga pelo condomínio.

Independente das experiências internacionais, a implantação de sistemas de cobrança pela gestão de resíduos sólidos no Brasil vinha, historicamente, sendo dificultada por questões legais. Principalmente devido à dificuldade de criar novos impostos ou de caracterizar a coleta de resíduos como serviço passível de cobrança por taxas ou tarifas.

Segundo a legislação, existem critérios bem definidos com relação à instituição de impostos, taxas e tarifas. Os impostos se distinguem dos demais tributos pela inexistência de uma atividade

específica da administração ligada à exigência da prestação pecuniária; o imposto é arrecadado em benefício de toda a coletividade (Meirelles, 2001). Neste sentido, o imposto deve ser adotado para financiar atividades que não possam ser divididas ou atribuídas a um grupo específico.

Para a definição de taxas ou tarifas, por sua vez, é necessário que o serviço seja específico e divisível. O Código Nacional Tributário (CNT) define como serviço específico aquele que pode ser destacado em unidade autônoma de intervenção, de utilidade ou de necessidade pública. Desta forma, ele deve ser vinculado ao público ao qual se destina: "Deve-se entender por específicos os serviços destinados a determinada categoria de usuários, diversamente dos genéricos, que são prestados, ou postos à disposição, em caráter geral para toda a coletividade" (*op. cit*, p. 147). Ainda segundo o CNT, divisível seria o serviço suscetível de utilização, separadamente, por parte de cada um dos usuários.

A diferenciação entre taxa e tarifa, por sua vez, daria-se pela obrigatoriedade da utilização. Uma vez que "a taxa é impositiva para todos quantos possam usufruir tais serviços, ainda que não o desejem" (Meirelles, p. 146), "a tarifa é o preço público que a administração fixa, prévia e unilateralmente, por ato do Executivo, para as utilidades. (…) sempre em caráter facultativo para os usuários" (*op. cit.*, p. 151). Santos (1998) diferenciou, de forma resumida, taxa e tarifa pelo fato de a primeira ser decorrente de um serviço público necessário, tipicamente estatal, posto à disposição da população, sendo de pagamento compulsório, enquanto a segunda consiste na contrapartida de uma prestação contratual voluntária, sendo paga apenas por quem a utiliza.

Com relação às experiências brasileiras, uma das estratégias de estimular a criação de sistemas de cobrança foi a Lei nº 11.445/2007, que definiu a possibilidade de remuneração mediante cobrança dos serviços de saneamento básico, incluindo limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos. Para garantir que diferentes formas de tributação fossem experimentadas, o texto da lei define que as taxas e tarifas poderão considerar nível de renda, características dos lotes urbanos e peso ou volume médio coletado por habitante ou domicílio (Brasil, 2007).

Conforme apresentado na tabela 42, a edição de 2000 da PNSB indicava que 2.484 municípios cobravam pelo serviço de limpeza pública ou coleta de resíduos; desses, 2.310 (93%) faziam a cobrança por meio do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU), 129 (5%) por taxa específica, treze (0,5%) por tarifa. Na edição de 2008, a PNSB não ofereceu a opção de resposta de pagamento junto com o IPTU, o que explica a redução significativa no número de municípios que realizam outra forma de cobrança. Independente disto, ao longo do período 2000-2008 houve um aumento significativo dos municípios que passaram a cobrar tarifas de limpeza pública, prática que deverá ser ainda mais estimulada pelas políticas federais (IBGE, 2002; 2010a).

TABELA 42
Sistemas de cobrança por serviços de RSU

Unidade de análise	2000		2008	
	Municípios que cobram tarifas	Municípios com outras formas de cobrança	Municípios que cobram tarifas	Municípios com outras formas de cobrança
Brasil	**13**	**2.464**	**441**	**166**
Norte	0	102	28	10
Nordeste	1	288	71	21
Sudeste	10	1.100	181	63
Sul	1	851	121	55
Centro-Oeste	1	123	40	17

Fonte: IBGE (2002; 2010a).
Elaboração dos autores.

Os dados da PNSB, dessa forma, indicam que, em 2008, 10,9% dos municípios brasileiros possuíam algum tipo de cobrança pelo serviço de gestão de RSU, dos quais 7,9% utilizavam a modalidade de tarifa. O *Panorama do saneamento básico no Brasil* estabelecia para aquele ano a meta de 11% dos municípios cobrando "taxa de lixo" (Heller, 2011); como o documento não especifica a modalidade de cobrança, pode-se considerar que a meta proposta foi atingida.

Embora a instalação de sistemas de cobrança seja importante, por si só ela não é suficiente para garantir a viabilidade econômica dos sistemas de gestão de RSU. Além de ser implantada, ela precisa ser eficaz e eficiente, sendo necessária a profissionalização destes sistemas e o correto controle financeiro e operacional. Em 2008, dos 152 municípios que responderam ao SNIS que realizavam algum tipo de cobrança pelo serviço de gestão de RSU, apenas dezenove (12,5%) apresentaram resultado positivo, sendo todos os demais deficitários (Brasil, 2010c). Esta realidade indica a necessidade de melhorar os sistemas de custeio e cobrança pelos serviços de gestão de RSUs.

Portanto, apesar de a cobrança pela gestão de resíduos sólidos parecer equacionada do ponto de vista legal, existe uma série de desafios práticos a serem superados. A princípio, seria necessário desenvolver formas de motivar os municípios a criarem sistemas de financiamento específicos para a gestão de resíduos sólidos. Em segundo lugar, existe a necessidade de se criarem e se divulgarem modelos de cobrança que possam ser adotados por municípios que vivam realidades diversas. Por fim, ainda existe o desafio de capacitar os gestores municipais para o gerenciamento dos custos de tais serviços, para garantir que as atividades relacionadas aos resíduos sólidos não sejam deficitárias.

7.3 Custos da disposição final

As informações referentes aos custos de disposição final são escassas nas pesquisas existentes no Brasil. Exemplo é a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, que não faz esta avaliação; enquanto a pesquisa da Abrelpe trabalha apenas com o indicador "despesas municipais anuais com coleta e demais serviços de limpeza urbana", embora os demais serviços de limpeza urbana compreendam, além das despesas com a destinação final dos RSUs, os gastos com serviços de varrição, capina, limpeza e manutenção de parques e jardins, limpezas de córregos etc.

Assim, para o levantamento dos custos despendidos com a disposição final dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos foi utilizada a base de dados do SNIS. Diferentemente da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, o SNIS não trabalha com a totalidade dos municípios brasileiros e sim com amostras populacionais. A cada ano da série tenta-se aumentar o número de municípios participantes, mantendo-se os anteriores.

É importante destacar que no SNIS nem todos os municípios respondem a todas as perguntas, sobretudo no que diz respeito aos gastos. Sendo assim, o levantamento de custos com a disposição final de resíduos foi levantado a partir da média dos dados existentes referentes às publicações da série histórica do SNIS – resíduos sólidos entre 2003 e 2008.

As tabelas 43, 44 e 45 apresentam a série histórica do valor contratual médio para disposição de resíduos em lixão, aterro controlado e aterro sanitário, respectivamente. Para a elaboração destas tabelas foram excluídos os dados que extrapolavam a ordem de grandeza dos custos de disposição. Supõe-se que os municípios declararam o valor contratual global para a disposição final. Como exemplo, cita-se o município de Londrina-PR,

que atribuiu o valor de R$ 15.205.220 por tonelada para disposição final de resíduos em aterro controlado – o que claramente não está correto.

Como esperado, tem-se que o custo de disposição em aterros sanitários é mais elevado que o custo em aterros controlados, por sua vez mais oneroso que a operação de lixões.

Cabe ressaltar que é insuficiente utilizar apenas o custo de disposição para avaliar o melhor modelo para gerenciar a disposição final dos resíduos. É preciso conhecer também em quais condições os resíduos estão sendo aterrados.

TABELA 43
Evolução temporal do valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em lixões (2004-2008)

Valor contratual médio para disposição em lixões	2004		2005		2006		2007		2008	
	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número
Todas as operadoras	17,96	4	5,50	1	11,40	2	19,50	1	13,09	4
Empresa privada	27,04	2	-	-	17,30	1	19,50	1	12,68	2
Prefeitura ou SLU	8,88	2	5,50	1	5,50	1	-	-	13,50	2

Fonte: Ministério das Cidades (Brasil, 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010a).

TABELA 44
Evolução temporal do valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em aterro controlado (2003-2008)

Valor contratual médio para disposição em aterro controlado	2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número
Todas as operadoras	18,19	3	21,79	6	13,92	11	21,82	12	27,08	14	22,26	10
Empresa privada	15,35	2	18,52	4	14,87	10	26,44	9	24,96	10	21,76	9
Prefeitura ou SLU	23,88	1	28,35	2	4,36	1	7,98	3	32,38	4	26,80	1

Fonte: Ministério das Cidades (Brasil, 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010a).

TABELA 45
Valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em aterro sanitário (2003-2008)

Valor contratual médio para disposição em aterro sanitário	2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número	R$/t	Número
Todas as operadoras	19,79	7	21,83	24	25,40	30	30,71	30	30,63	34	41,37	32
Empresa privada	21,06	5	21,83	24	26,34	28	32,11	26	29,59	30	43,60	25
Prefeitura ou SLU	16,63	2	-	-	8,47	1	23,04	3	42,27	1	20,02	3
Consórcio	-	-	-	-	15,85	1	17,25	1	37,27	2	46,16	2
Outro	-	-	-	-	-	-	-	-	37,01	1	39,60	2

Fonte: Ministério das Cidades (Brasil, 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010a).

Observa-se a partir da tabela 45 que, apesar do aumento no número de informações obtidas sobre o custo de disposição em aterros sanitários, a amostra ainda é pouco representativa considerando o número total de municípios no Brasil.

Com exceção da amostra de municípios declarantes de 2007, nos demais anos o custo de disposição era sempre mais elevado quando operado por empresa privada, se comparado ao da Prefeitura ou do SLU. Por um lado, isto suscita a dúvida com relação à

privatização do serviço: por que privatizar se o custo fica mais elevado? Por outro lado, há de se considerar que a operação do aterro por uma empresa privada pode ser mais rigorosa e atenta às exigências ambientais que a operação por uma prefeitura. Outra hipótese a se considerar seria a dificuldade das prefeituras ou do SLU para quantificar claramente o custo de determinado serviço.

Interessante notar o aparecimento, na amostra dos municípios, da adoção de consórcios públicos, a partir de 2005, na disposição final.

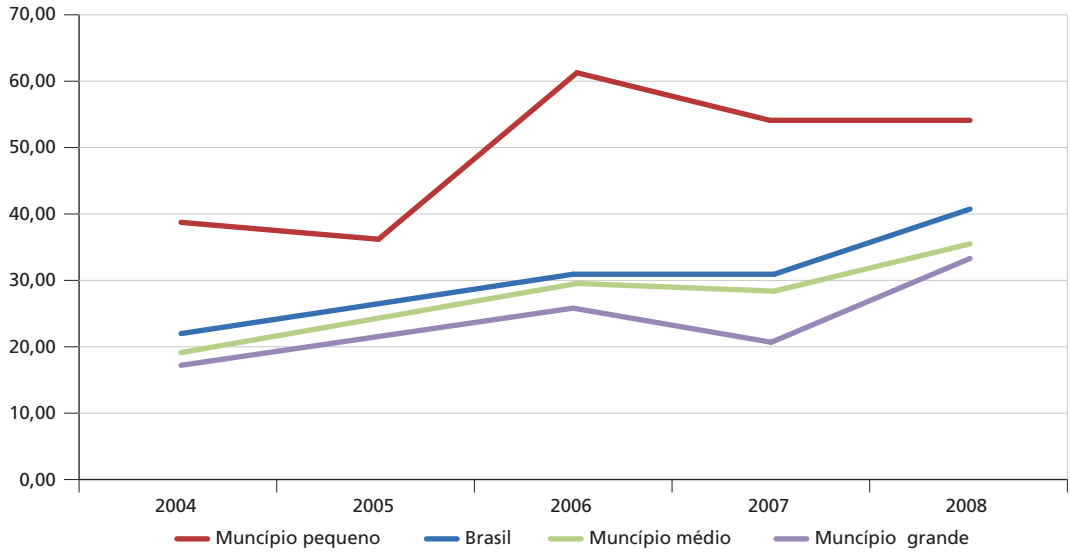
A tabela 46 resume o custo médio por tonelada para disposição de resíduos em aterros sanitários considerando o porte do município, entre 2004 e 2008. O ano 2003 foi excluído devido ao número de municípios respondentes ser muito inferior aos demais anos. O gráfico 16 ilustra graficamente as informações presentes na tabela 46.

TABELA 46
Evolução do valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em aterro sanitário (2004-2008)
(Em R$/t)

Unidade de análise	Evolução do valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em aterro sanitário				
	2004	2005	2006	2007	2008
Brasil	**21,83**	**25,40**	**30,71**	**30,63**	**40,37**
Municípios pequenos	38,63	36,08	61,22	54,08	54,25
Municípios médios	19,24	23,7	29,48	28,12	35,46
Municípios grandes	17,05	21,09	25,67	20,70	33,06

Fonte: Ministério das Cidades (Brasil, 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010a).

GRÁFICO 16
Custo médio da disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários considerando municípios de pequeno, médio e grande portes e Brasil (2004-2008)
(Em R$/t)



Elaboração dos autores.

A partir da análise da tabela 46 e do gráfico 17, observa-se que há uma redução no custo por tonelada de resíduos aterrados quanto maior a quantidade a ser aterrada, apontando o ganho de escala conforme o porte do município.

8 CONSÓRCIOS PÚBLICOS

De acordo com o Decreto nº 6.017/2007, que regulamenta a Lei nº 11.107/2005, o consórcio público é a pessoa jurídica formada somente por entes federativos "para estabelecer relações de cooperação federativa, inclusive a realização de objetivos de interesse comum, constituída como associação pública, com personalidade jurídica de direito público e natureza autárquica, ou como pessoa jurídica de direito privado sem fins econômicos".

Assim, os consórcios públicos são instrumentos formais de cooperação entre entes federativos para a solução de problemas de interesse coletivo, mediante ações conjuntas entre os entes consorciados.

Tornar-se membro de um consórcio público permite aos entes federativos, em especial aos municípios, buscar soluções conjuntas para problemas que ultrapassam as fronteiras geográficas, visando racionalizar o modelo de gestão e otimizar os recursos necessários, mediante um planejamento integrado.

Segundo Peixoto (2008):

> (...) os consórcios públicos poderão ter um ou mais objetivos e os entes consorciados poderão se consorciar em relação a todos ou apenas a parcela deles. Com isto, o consórcio pode executar uma gama de atividades e ações que racionaliza e maximiza a aplicação dos recursos públicos (...) e também permite aos municípios contar com uma estrutura de pessoal tecnicamente mais qualificada, em razão da escala obtida na gestão associada.

Os consórcios permitem a redução de custos e o ganho em escala de produção, a ampliação da oferta de serviços públicos, a otimização de equipamentos, de recursos humanos e financeiros, bem como a flexibilização dos mecanismos de compra de produtos, serviços e de contratação de pessoal.

Exemplos da atuação de um consórcio público para a gestão de resíduos são: desenvolvimento do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, coleta regular de resíduos, implantação de unidades de compostagem, disposição final em aterros sanitários, projetos de unidades de processamento e análises para monitoramento de aterros sanitários, entre outros. De acordo com Batista (2011), a implantação de aterros sanitários, unidades de compostagem e centrais de triagem na forma de consórcios requer, antes, realizar um estudo sobre as distâncias entre as cidades a serem consorciadas.

A Lei de Consórcios Públicos (Lei nº 11.107/2005) prevê quatro possíveis formas de financiamento conforme destacado a seguir.

6) Receber recursos pelo fornecimento de bens ou prestação de serviços ao ser contratado exclusivamente por um ente consorciado.
7) Arrecadar receitas mediante tarifas e preços públicos pela prestação de serviços ou, em casos específicos, por uso ou outorga de uso de bens públicos.
8) Receber receitas de contratos de rateio entre os entes consorciados, pelos quais os entes se comprometeriam financeiramente com as despesas do consórcio público.
9) Receber recursos de entes não consorciados, por meio de celebração de convênios.

Batista (2011) identificou, para o Brasil, vinte consórcios públicos na área de resíduos sólidos, como mostra o quadro 2.

QUADRO 2
Listagem de consórcios públicos em resíduos sólidos no Brasil

Nome do consórcio	Estado	Número municípios consorciados	População urbana atendida[1]
Consórcio Público de Saneamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos	RS	32	1.990.820
Consórcio Intermunicipal para o Aterro Sanitário	SP	6	665.323
Consórcio Intermunicipal para Tratamento e Disposição Final do Lixo (Codralix)	SP	5	272.923
Consórcio Regional de Saneamento Básico Vale do Itapocu	SC	7	201.655
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos Pedra Branca	CE	11	193.971
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos Limoeiro do Norte	CE	9	138.555
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos Baturité	CE	14	134.823
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos Sobral	CE	15	130.057
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos Camocim	CE	6	107.641
Consórcio Regional de Saneamento do Sul do Piauí	PI	23	103.546
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos Pacatuba	CE	3	95.616
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos São Benedito	CE	6	85.725
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos Jaguariba	CE	4	74.868
Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos	SP	4	71.159
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos Tauá	CE	5	61.355
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos Sólidos Paracuru	CE	3	52.648
Consórcio Municipal para Aterro de Resíduos	CE	2	46.741
Consórcio Intermunicipal de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (Citresu)	RS	10	42.853
Consórcio Intermunicipal do Aterro Sanitário de Biritiba Mirim (Cipas)	SP	2	35.189
Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem de Lixo (Conilixo)	RS	9	32.642

Fonte: adaptado de Batista (2011).
Nota: [1] Considerou-se a população de 2008.

A partir desse quadro pode-se verificar que, dos consórcios identificados, doze estão na região Nordeste, quatro na região Sul e quatro na região Sudeste. O estado que concentra a maioria dos consórcios públicos para resíduos é o Ceará, com onze experiências cadastradas. Esses consórcios contemplam 176 municípios e atendem, considerando a população urbana, cerca de 4,5 milhões de habitantes.

Do total dos municípios participantes, 166 correspondem a municípios de pequeno porte, sendo os dez municípios restantes de médio porte. A população média atendida por consórcio é de 134.068 habitantes,[14] e foi identificada a média de nove municípios por consórcio, porém este valor variou de dois a 32.

Apesar desse trabalho não identificar qual é o objetivo do consórcio, tem-se que dos 176 municípios participantes, 99 faziam a disposição dos resíduos em lixões; dezesseis em aterros controlados; 45 em aterros sanitários e dezesseis declararam outras formas de destinação (unidades de compostagem e unidades de triagem e reciclagem), considerando a PNSB 2008. Estas proporções não se diferenciam muito da média nacional. Em relação aos dados apresentados na tabela 24 para 2008, nos consórcios há uma proporção um pouco maior de aterros sanitários e lixões e menor de aterros controlados.

Peixoto (2008) alerta para algumas dificuldades enfrentadas para a constituição e implantação de consórcios públicos, tais como deficiência na qualificação dos gestores públicos nessa área, poucos profissionais capacitados e habilitados para trabalhar com consórcios públicos e dificuldade de convencer os gestores públicos a aderirem ao consórcio.

14. Para o cálculo desse valor foi excluído o consórcio cuja população atendida é de 1.990.820 de habitantes, considerado *outlier*.

9 APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO GÁS DE ATERRO

O aproveitamento energético do gás de aterro, além de seu valor como fonte descentralizada de energia elétrica, reduz o potencial de efeito estufa dos gases emitidos na conversão do metano (CH_4) – gás que tem alto potencial de aquecimento global (GWP, da sigla em inglês para *global warming potencial*) em gás carbônico (CO_2) – com GWP mais de vinte vezes mais baixo que o CH_4, segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC. Além disso, este aproveitamento pode substituir fontes fósseis de geração de energia da matriz por uma fonte renovável.

Como no Brasil o aproveitamento de gás de aterro sanitário era quase inexistente até as discussões no âmbito do Protocolo de Quioto, ele não entra no que se chama de "linha de base". Ou seja, por não ter existido antes, entende-se que ocorre devido ao incentivo dos créditos de carbono. Desta maneira, considera-se que a atividade é adicional ao que ocorreria na ausência do protocolo, sendo elegível para receber esses créditos, denominados Reduções Certificadas de Emissões ou RCEs.[15] Isto pode ocorrer mesmo em casos hipotéticos em que o fluxo de caixa dos projetos seja atrativo.

Ainda assim, no Brasil, o aproveitamento de biogás responde por apenas pouco mais de 2% da capacidade instalada de geração de energia (3.517 MW) entre os projetos no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) – mecanismo de flexibilização previsto no Protocolo de Quioto que permite projetos de redução de emissões em países em desenvolvimento possam ser utilizados para países desenvolvidos atingirem suas metas de redução de emissões (Brasil, 2010b). Neste trecho do diagnóstico de resíduos sólidos, considerando que outras iniciativas sejam negligenciáveis, deixa-se o pressuposto de que todos os projetos de aproveitamento de gás de aterro para produção de energia elétrica submeteram projetos de MDL para validação.

O Projeto de Aproveitamento do Biogás de Aterro Sanitário (NovaGerar) foi pioneiro em aproveitar recursos advindos das negociações no âmbito da Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima e seu Protocolo de Quioto para viabilizar o uso de biogás de aterro como fonte energética. Seu projeto previa reduzir 14.073 mil t de gás carbônico equivalentes (CO_2eq) em 21 anos ao gerar, de forma líquida, 654 mil MWh de energia elétrica neste período.[16] Seguiram projetos maiores, como o Projeto Bandeirantes de Gás de Aterro e Geração de Energia (capacidade instalada de 22 MW), com previsão de receber 7.500 mil RCEs em sete anos, e o Projeto Gramacho de Gás de Aterro, previsto para gerar 5.966.573 RCEs, também nos sete primeiros anos do projeto.

Projetos de recuperação de gás de aterro e de geração de energia por combustão do gás devem estar atrelados a uma política de destinação otimizada de resíduos sólidos. Se considerado o balanço energético de uma gestão de resíduos que englobe coleta seletiva, reuso e reciclagem de materiais e captação de gás de aterro para fins energéticos, ela é fortemente positiva, pois soma a economia de energia advinda da produção de bens a partir de matéria-prima reciclada – em vez da extração de novo – com a geração de energia propriamente dita.

15. Uma Redução Certificada de Emissões (RCE) equivale a uma tonelada de CO_2 deixada de emitir ou ao equivalente da somatória dos gases causadores do efeito estufa (GEEs) convertidos para CO_2eq, seguindo a tabela fornecida pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) – disponível em: <http://www.ipcc.ch> – e pode ser comercializada no mercado de carbono, sendo, em última análise, de interesse dos países que devem cumprir cotas de redução de emissão destes gases.
16. Os documentos de concepção do projeto – DCPs (do inglês PDD – *Project Design Document*) no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL ou CDM, do inglês *Clean Development Mechanism*), previsto no Protocolo de Quioto, estão disponíveis em: <http://cdm.unfccc.int>. Os projetos brasileiros têm suas versões em português disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/clima>.

Pode-se gerar energia a partir de resíduos sólidos tanto do gás de aterro, a partir da decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos, do papel e papelão, como a partir da combustão direta dos resíduos. No entanto, na combustão, para se ter níveis aceitáveis de emissões de furanos, dioxinas e cinzas, além de tratamento do resíduo sólido da combustão – conforme tecnologia descrita em Bilitewski, Härdtle e Marek (2000) –, é necessário um investimento financeiro que, via de regra, não compensa a diferença de geração de energia, mesmo contabilizando as emissões evitadas de gases causadores do efeito estufa – GEEs (Dijkgraaf e Vollebergh, 2004; 2008). Na Alemanha, por exemplo, o alto investimento em instalações adequadas para a combustão de lixo com geração de energia forçou o país a importar resíduos sólidos da Itália para compensar o custo afundado e fornecer a energia planejada quando a geração de resíduos não atendeu as previsões (Observ'er, 2008).

O biogás para aproveitamento energético, que pode ser proveniente não apenas de captura de biogás de aterros sanitários – resíduos sólidos –, mas também de vários tipos de rejeitos, como efluentes urbanos (esgoto), dejetos de animais e/ou vegetais em biodigestores, vinhoto ou ainda da indústria de celulose, pode ser utilizado na sua forma bruta, gerando energia por "queimadores" (*flairs*) ou em substituição ao gás de cozinha, ou pode ainda ser melhorado mediante tecnologia específica (enriquecendo o gás resultante de cerca de 55% CH_4, para 92% CH_4) para substituir o gás natural em veículos ou na indústria.

A participação da geração de energia por uso de resíduos sólidos no Brasil ainda é muito tímida, não chegando a ser explicitada no Balanço Energético Nacional – BEN (EPE, 2009). Na Comunidade Europeia, os governos garantem preços *premium* semelhantes aos pagos por energia eólica à energia gerada por biogás (Ewea, 2009). A capacidade instalada de produção de eletricidade desta modalidade – 19,9 MWh – corresponde a 24% da eletricidade produzida entre as diversas fontes de biomassa (Observ'er, 2008). O biogás proveniente de aterros, na Europa, corresponde a 49% do biogás total, seguido por biodigestores na agricultura – 36% – e efluentes – 15%. O potencial de biogás neste continente pode chegar ao suprimento de um terço da demanda por gás.

No Brasil, no âmbito do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), apesar de estar prevista a compra da eletricidade a partir do biogás de aterro sanitário, rico em CH_4, nenhum projeto foi apresentado. Comentários de alguns *stakeholders* indicam que o índice de nacionalização exigido pelo Proinfa é muito alto, sendo proibitivo para o setor. Outras fontes citam o "preço *premium*", oferecido na primeira fase do Proinfa para a energia gerada por gás de aterro como não sendo suficientemente atrativo – Costa (2006) e os documentos de concepção de projeto (DCPs), Projeto Gramacho de Gás de Aterro. A exigência de que os créditos de carbono gerados em projetos com o financiamento do Proinfa sejam atribuídos à Centrais Elétricas Brasileiras – Eletrobras (Decretos nº 5.025/2004 e nº 5.886/2006) certamente pesou na decisão dos empreendedores do setor.

Em um contexto internacional, é preciso que se tenha em mente que as RCEs, os chamados créditos de carbono, são um incentivo importante que deve ser aproveitado neste momento em que as negociações sobre clima possibilitam que haja recursos advindos dos países desenvolvidos para que países em desenvolvimento adotem métodos e tecnologias que reduzam emissões nas atividades econômicas, em especial na geração de energia. Políticas de incentivo, como houve na primeira fase do Proinfa, devem ser melhoradas para contemplar de maneira mais eficaz o aproveitamento energético de resíduos, de forma a viabilizá-la.

Em um futuro próximo, o aproveitamento energético de fontes como resíduo podem vir a se tornar uma obrigação, sem qualquer subvenção externa. Entretanto, é preciso mencionar que o Brasil defende nas convenções internacionais que o GWP calculado em horizontes de cem anos, como publicado pelo IPCC, infla a diferença entre o GWP do CH_4 em relação ao CO_2. Neste sentido, é preciso ter em mente que uma possível queda nesta diferença deve entrar no estudo de viabilidade dos empreendedores, baixando o potencial de ganho com créditos de carbono, porém em uma escala muito pequena se comparada à flutuação dos preços de mercado em relação ao tamanho das metas que estão sendo discutidas para serem estabelecidas em um segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto.

É necessário, também, que projetos de lei e planos que visem ao incentivo dessa geração de energia considerem que a obrigação do aproveitamento energético de resíduos pode impedir que se obtenha receita advinda de créditos de carbono, dado que para ser elegível a receber RCEs, a atividade que mitigue emissões de GEEs deve ser de caráter voluntário.

Na tabela 47 pode-se observar o número de projetos de MDL no Brasil envolvendo aterros. Nesta tabela estão contabilizados não somente aqueles que aproveitam o gás de aterro para produção de energia, mas também aqueles que queimam o gás em *flairs* além do mínimo necessário. Como esperado, devido ao volume de resíduos gerados, na região Sudeste há mais incidência de projetos.

TABELA 47
Número de projetos de MDL envolvendo aterros no Brasil, por região (até julho de 2011)[17]

Região	Projetos
Brasil	**39**
Norte	2
Nordeste	6
Sudeste	25
Sul	3
Cento-Oeste	3

Fonte: Convenção-Quadro das Nações Unidas para a Mudança do Clima (UNFCCC).

Enquanto isso, na tabela 48 pode-se observar todos os projetos de MDL no Brasil envolvendo aproveitamento energético de gás de aterro. Nesta tabela verifica-se também, nos casos em que há dados disponíveis, a existência de grande variação entre projetos no tocante ao custo do investimento por unidade de potência instalada. Em termos de custo médio de geração, uma estimativa elaborada pela Arcadis Tetraplan sob encomenda do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e do MMA gerou um valor de custo médio de geração de R$ 323 por MW produzido (ONU *et al.*, 2010). A título de ilustração, foi expresso na tabela o país que mais compra ou aquele que mais se beneficia diretamente dos créditos gerados de cada projeto.

17. Os valores levam em conta não somente os projetos de aproveitamento energético (geração de energia elétrica ou aproveitamento como combustível), mas também os projetos que simplesmente queimam o gás para converter o carbono emitido como CH_4 para CO_2.

TABELA 48
Projetos de MDL envolvendo geração de energia em aterros no Brasil

Nome do projeto	Estado	Capacidade instalada de geração em MW	Custo de investimento US$/kW	RCEs geradas x 1 mil/ano	RCEs sendo vendidas para
Gramacho Landfill Gas Project	RJ	Venda do gás		852	
Brazil NovaGerar Landfill Gas to Energy Project	RJ	12		341	Países Baixos
Landfill Gas to Energy Project at Lara Landfill, Mauá, Brazil	SP	10	1.400	751	Países Baixos, Suíça
Brazil Marca Landfill Gas to Energy Project	ES	11		231	Reino Unido, Japão
Bandeirantes Landfill Gas to Energy Project (BLFGE)	SP	22		1.071	Alemanha, Países Baixos, Suíça
São João Landfill Gas to Energy Project (SJ)	SP	20		817	Alemanha e Suíça
Estre Itapevi Landfill Gas Project (EILGP)	SP	3		91	Reino Unido, Suíça
Feira de Santana Landfill Gas Project	BH		900	43	
Manaus Landfill Gas Project	AM	18		1.049	Reino Unido e Canadá
Projeto de Gás de Aterro Tecipar – PROGAT	SP	6,5		87	
Corpus/Araúna – Landfill Biogas Project.	SP		6.021	45	
CTR Candeias Landfill Gas Project	PE	5,25	4.068	218	Espanha
Uberlândia Landfills I and II	MG	2,8	4.625	111	
Total de capacidade instalada para geração de energia em MW		**108,55**			

Fonte: UNFCCC *apud* UNEP (2011) e documentos de concepção de projeto, disponíveis nos *sites* <www.mct.gov.br/clima> e <www.unfccc.int>.

O estudo encomendado pelo PNUD e pelo MMA à Arcadis Tetraplan estimou, para 56 localidades brasileiras,[18] a produção de energia potencial, considerando a vazão de biogás no decênio 2010-2020. O resultado demonstrou que há a possibilidade de se ter uma capacidade instalada de geração de 311 MW, o que, segundo o estudo, "poderia abastecer uma população de 5,6 milhões de habitantes e equivale a praticamente a cidade do Rio de Janeiro" e "tal potência representa a abundância do combustível biogás, renovável e subproduto do modo de vida atual".

Apesar de a viabilidade técnica e econômica da implantação de aterros dotados de um sistema de geração de energia proveniente do gás de aterro depender de uma quantidade mínima de resíduos aterrados, o incentivo à criação de gestões compartilhadas dos resíduos de vários municípios, conforme a PNRS, deverá causar um ganho de escala que viabilize não só o aproveitamento de resíduos recicláveis de pequenos municípios, mas também a emissão do gás de aterro como fonte de energia.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho objetivou principalmente descrever a situação da gestão dos RSUs no Brasil, com intuito de gerar subsídios para a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. A partir das análises apresentadas neste trabalho, serão propostas nesta seção iniciativas de duas naturezas distintas.

18. O estudo concentrou seus esforços nos municípios com maior probabilidade de viabilidade técnica e econômica de implantação de projeto de energia de gás de lixo. Os municípios participantes entraram em um rol listado a partir da PNSB, do qual foram cortados os municípios nos quais a disposição de resíduos era inadequada ou cuja geração mostrou-se insuficiente. Também foram aplicados outros critérios técnicos de eliminação, por exemplo, quanto à localização desses municípios, se pertenciam ou não a regiões metropolitanas ou aglomerados urbanos. Entre os restantes optou-se por enviar questionários, sendo eliminados aqueles que não os responderam.

Um primeiro aspecto que precisa ser considerado da gestão dos RSUs geral é sua viabilidade econômica. Conforme mencionado anteriormente, apesar de ter havido um aumento dos municípios que cobram pelo serviço de gestão dos RSUs, ainda é necessário que esta gestão seja aprimorada, bem como os sistemas de custeio e gestão financeira, de forma que tais serviços deixem de ser deficitários.

Em segundo lugar, considerando questões associadas à coleta de resíduos, parecem ser necessárias duas iniciativas principais. A princípio, o desenvolvimento de programas específicos para estimular a coleta regular em áreas rurais, de forma a minimizar a diferença percebida entre coleta em domicílios urbanos e rurais. Uma vez que tais domicílios possuem uma natureza distinta daqueles localizados na cidade, esta atividade precisa ser precedida do desenvolvimento de modelos de gestão de resíduos sólidos para áreas rurais, uma vez que os pressupostos adotados nas áreas urbanas dificilmente serão válidos em tais condições.

Do ponto de vista da coleta seletiva, os dados disponíveis sobre a participação dos programas oficiais indicaram uma contribuição consideravelmente inferior àquela estimada para a coleta informal e para a reciclagem pré-consumo, sendo necessária a ampliação de tais programas. Neste sentido, seria necessária a consolidação destes programas nas cidades de grande porte e sua expansão nas cidades de médio porte. Políticas federais nestes municípios seriam, possivelmente, mais eficazes que iniciativas voltadas para municípios pequenos.

O debate sobre fortalecimento da reciclagem no país merece uma análise um pouco mais aprofundada. Ao longo deste estudo, um dos grandes problemas identificados foi a incompatibilidade entre os dados disponibilizados pelos representantes setoriais e as informações coletadas nos órgãos de saneamento. Esta incompatibilidade parece refletir uma possível separação na análise do ciclo de vida dos materiais, havendo uma aparente cisão entre o uso das matérias-primas e a reciclagem dos resíduos.

Diante dessa separação, recomenda-se que políticas, programas e estatísticas sobre reciclagem passem a considerar todo o ciclo de vida dos produtos, em vez de tratá-los de forma separada. Sendo assim, iniciativas voltadas para a reciclagem de materiais não devem ser consideradas como apenas políticas de saneamento, mas também políticas de conservação de energia e de eficiência industrial. Neste sentido, tais iniciativas deveriam extrapolar uma "política de resíduos sólidos" e ser entendidas como políticas integradas de produtos (Berkhout e Smith, 1999; Commission of the European Communities, 2001; Rubik e Scholl, 1999). Desta forma, tais iniciativas não devem ser originadas de forma isolada no setor ambiental, como ocorreu no caso das pilhas e baterias e no caso dos pneus (Milanez e Bührs, 2009a; 2009b), mas ser tratadas de maneira conjunta por diferentes setores do governo e da sociedade.

Essa questão está fortemente ligada ao segundo grupo de proposições para o Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Conforme mencionado anteriormente, muitos dos dados utilizados neste relatório apresentaram uma série de inconsistências e precisam de mais aprofundamento. Neste sentido, a elaboração de um Plano Nacional de Resíduos Sólidos, bem como a definição de objetivos e metas, deveria ser precedida de um amplo debate com os atores responsáveis pela produção das estatísticas relacionadas ao ciclo de vida dos produtos (produção, consumo aparente, descarte, reciclagem etc.), de forma a buscar-se uma base única de informação, a qual permita não apenas a formulação de políticas adequadas, mas também o monitoramento dos resultados de tais políticas.

Nesse sentido, parece ser fundamental que um futuro sistema nacional de informações sobre a gestão dos resíduos sólidos (talvez expandido para um sistema de gestão integrada de produtos e materiais) não apenas confronte as informações fornecidas por entidades responsáveis pela gestão dos RSUs, mas também os dados referentes à reciclagem disponibilizados por setores empresariais. Se tal sistema for efetivamente construído, ele deverá superar algumas limitações dos sistemas existentes, para permitir estimativas mais precisas sobre a importância da reciclagem pré-consumo e da coleta informal de materiais recicláveis, bem como melhorar a qualidade da informação relativa às despesas com coleta regular e, principalmente, coleta seletiva.

Em relação à compostagem no Brasil, recomendam-se alguns pontos.

1) Incentivar e promover pesquisas com novos levantamento de dados primários sobre a situação atual das unidades de compostagem existentes no Brasil, sejam elas provenientes de iniciativas municipais isoladas ou consorciadas. Concomitantemente, propõe-se estudo compreendendo as diferentes formas de compostagem (natural, estático, reatores biológicos), os tipos de arranjos institucionais (centralizado ou descentralizado, consórcio público), os recursos envolvidos (materiais, equipamentos, mão de obra etc.) e a demanda de mercado existente. A partir destas informações poder-se-á traçar metas progressivas mais reais para a compostagem.
2) Se as metas tiverem de ser traçadas antes da conclusão do estudo sugerido no item anterior – e considerando o histórico de insucessos nas experiências anteriores (usinas de compostagem e reciclagem) e que a separação da fração orgânica na origem, por parte da população, requer uma mudança nos hábitos e costumes –, recomenda-se que as metas de compostagem sejam estabelecidas, a princípio, focando os resíduos orgânicos produzidos em grandes estabelecimentos (feiras livres, sacolões, supermercados, restaurantes etc.).
3) Complementar e aprofundar o estudo sobre as experiências bem-sucedidas em compostagem em âmbito internacional, não apenas no que diz respeito aos aspectos técnico-gerenciais, mas, principalmente, no que diz respeito às políticas públicas implantadas para incentivar o desenvolvimento da compostagem.
4) Trabalhar na elaboração de norma técnica ou processo simplificado de licenciamento ambiental para pequenas unidades de compostagem, de forma semelhante ao que foi proposto para os aterros sanitários de pequeno porte, devido a alguns municípios apresentarem dificuldade de implantar uma unidade de compostagem, por exemplo, de pequena capacidade para tratamento, em função das exigências dos órgãos ambientais, pois estes, muitas vezes, consideram os critérios estabelecidos para os grandes empreendimentos.

Quanto à meta de erradicação dos lixões, seguem também algumas recomendações.

1) Fortalecer, com aporte financeiro e apoio operacional, a formação de novos consórcios públicos para disposição dos resíduos.
2) Priorizar os esforços na erradicação de lixões em municípios de pequeno porte que, em 2008, eram responsáveis por 96% dos lixões existentes, e nos municípios da região Nordeste que, em 2008, eram responsáveis por 57% dos lixões existentes.
3) Concomitantemente, trabalhar para que os municípios com aterros controlados façam o seu encerramento e iniciem a implantação de aterros sanitários.
4) Incentivar a implantação de aterros sanitários de pequeno porte (ASPPs) para os municípios que produzam até 20 t/d.

5) Reavaliar a restrição da legislação, Resolução nº 404 (Conama, 2008), em limitar o licenciamento ambiental de aterros sanitários de pequeno porte para apenas uma unidade municipal ou distrital; poder-se-ia adotar este tipo de solução em municípios de maior porte que geram mais resíduos e que poderiam, por exemplo, dispor seus resíduos em ASPPs descentralizados em seu território.

Quanto aos custos de disposição, recomendam-se três pontos.

1) Aprofundar a coleta de dados primários referentes à implantação e operação de aterros sanitários e de aterros sanitários de pequeno porte.
2) Incentivar os municípios pequenos a realizar a disposição final dos resíduos por meio de consórcios, de forma a reduzir seus custos em função do ganho em escala.
3) Como recomendação geral, sugere-se adequar as próximas edições da PNSB para a questão da coleta e disposição de resíduos, de forma a evitar a duplicidade das informações. Com a ampliação dos consórcios públicos é provável que aumente a quantidade de resíduos coletados em um município e dispostos em outro.

REFERÊNCIAS

ABAL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. **Relatório de sustentabilidade da indústria do alumínio 2006/2007**. São Paulo: Abal, 2008.

_____. **Índice de reciclagem de latas de alumínio**. São Paulo: Abal, 2011.

ABIPLAST – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. **Perfil da indústria brasileira de transformação de material plástico**. São Paulo: ABIPLAST, 2010.

ABIQUIM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Anuário da indústria química brasileira**: 2008. São Paulo: Abiquim, 2008.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2009**. São Paulo: Abrelpe, 2009.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010**. São Paulo: Abrelpe, 2010.

ALVES, F. C. G.; BLAUTH, P. R. **Coleta seletiva de lixo – experiências brasileiras**. Rio de Janeiro: CISR, 1998. v. 2, p. 17-24.

ANDRADE, J. B. L. **Olhar e transcendência sobre os resíduos sólidos na Amazônia**. *In:* FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 1., 2007 Porto Alegre.

ANDRADE, J. B. L.; SCHALCH, V. Determinação da composição gravimétrica, peso específico e teor de umidade dos resíduos sólidos produzidos na cidade de Manaus. **Revista de Limpeza Pública**, v. 44, p. 27-30, 1997.

AQUINO CONSULTORES E ASSOCIADOS LTDA. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares de Itabuna-MG**. 1999.

ARRUDA, E. O. *et al*. **Coleta Seletiva de lixo – experiências brasileiras**. Rio de Janeiro: CISR, 2003. v. 4, p. 19-26.

BARRETO, I. M. C. B. N. **A composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e os indicadores de uma gestão sustentável**. Propiá: SEMARH, 1997.

BARROS JR.; C. R. G. T. C. **Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Maringá-PR**. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 14., 2002, Natal.

BARROS, R. T. V. *et al.* **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em municípios do Vale de Jequitinhonha-MG**. *In*: CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., Belo Horizonte: Abes, 2007.

BERKHOUT, F.; SMITH, D. Products and the environment: an integrated approach to policy. **European Environment**, v. 9, n. 5, p. 174-185, 1999.

BIANCHI, O. *et al.* **Índices de geração de resíduos poliméricos no município de Caxias do Sul através da caracterização física e composição gravimétrica**. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 7., Belo Horizonte, 2003.

BILITEWSKI, B.; HÄRDTLE, G.; MAREK, K. **Abfallwirtschaft**: Handbuchfür Praxis und Lehre. 3. ed. Berlin: *Institut für Abfallwirtschaft*, Springer 2000.

BORGES, A. M. P. **Estudo e acompanhamento do projecto de implementação do sistema de recolha selectiva em Presidente Prudente - São Paulo**. Bragança: ESA, 2002. (Relatório do Projeto Final de Licenciatura em Engenharia do Ambiente e Território).

BRACELPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Relatório anual 2008/2009**. São Paulo: Bracelpa, 2009.

_____. **Relatório anual 2009/2010**. São Paulo: Bracelpa, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Gestão integrada de resíduos sólidos na Amazônia**: a metodologia e os resultados de sua aplicação. Brasília: MMA/Ibama, 2004.

_____. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 13 nov. 2009.

_____. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010a.

_____. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Segunda comunicação nacional inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança no clima**. Brasília, 2010b.

_____. Ministério das Cidades. **SNIS série histórica 9**. Brasília: SNIS/MC, 2010c.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Anuário estatístico do setor metalúrgico**. Brasília: SGM/MME, 2010d.

_____. _____. **Anuário estatístico setor de transformação de não metálicos**. Brasília: SGM/MME, 2010e.

CARNEIRO, P. F. N. *et al*. **Manejo dos resíduos sólidos gerados no município de Benevides, estado do Pará**: modelo para municípios com populações de até 100.000 habitantes na região Amazônica. *In*: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., Porto Alegre: Abes, 2000.

CARVALHO, P. L. **Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares do município de Hidrolândia-GO**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2005.

CASARIL, C. E. *et al*. Caracterização dos resíduos sólidos domésticos: relatos exploratórios de um estudo comparativo. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 1, n. 4, p. 67-75, 2009.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Pesquisa Ciclosoft**. 2008. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2008.php>. Acesso em: 25 fev. 2010.

COMLURB – COMPANHIA MUNICIPAL DE LIMPEZA URBANA. **Caracterização gravimétrica e microbiológica dos resíduos sólidos domiciliares do município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, 2007.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Green paper on integrated product policy**. Brussels: CEC, 2001.

COSTA, C. V. **Políticas de promoção de fontes novas e renováveis para geração de energia elétrica**: lições da experiência europeia para o caso brasileiro. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Coppe, Rio de Janeiro, 2006.

COSTA, L. E. B. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico, Salinas – MG**. Ilhéus: UESC, 2010.

DENISON, R.; RUSTON, J. **Recycling & incineration**: evaluating the choices. Washington: Island Press, 1990.

DEWEES, D. N.; HARE, M. J. Economic analysis of packaging waste reduction. **Canadian Public Policy/Analyse de Politiques**, v. 24, n. 4, p. 453-470, 1998.

DIJKGRAAF, E.; VOLLEBERGH, H. R. J. Burn or bury? A social cost comparison of final waste disposal methods. **Ecological Economics**, v. 50, p. 233-247, 2004.

_____. Response to letter to the editor. **Ecological Economics**, v, 66, p. 557-558, 2008.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos de Campo Grande, MS**. Rio de Janeiro: EPE, 2008. p. 1-77.

FEHR, M.; CALÇADO, M. R. Lixo biodegradável no aterro nunca mais. **Revista Banas Ambiental**, v. 2, n. 10, p. 12-20, 2001.

FENTON, R.; HANLEY, N. Economic instruments and waste minimization: the need for discard-relevant and purchase-relevant instruments. **Environment and Planning A**, v. 27, n. 8, p. 1.317-1.328, 1995.

FREITAS, D. F. **Caracterização de resíduos sólidos domiciliares na cidade satélite do Varjão - Distrito Federal**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

FRÉSCA, F. R. C. **Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Carlos, São Carlos. 2007. p. 1-134.

FULLERTON, D. **A conceptual framework to compare environmental tax shift policies**. San Francisco: Redefining Progress, 1998. (Working Paper Series).

GOMES, L. P.; MARTINS, F. B. **Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades**. Rio de Janeiro: ABES, 2002. p. 19-27. (Projeto, implantação e operação de aterros sustentáveis de resíduos sólidos urbanos para municípios de pequeno porte).

GORGATI, C. Q. *et al*. Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos domiciliares no município de Camaçari (BA) visando a compostagem. **Tecbahia – Revista Baiana de Tecnologia**, v. 16, n. 3, p. 56-60, 2001.

GUADAGNIN, M. R. *et al*. Classificação, determinação e análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos dos municípios de Criciúma, Içara e Nova Veneza, do estado de Santa Catarina - Brasil. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, v. 7, n. 2, p. 39-61, 2001.

HELLER, L. **Panorama do saneamento básico no Brasil**: visão estratégica para o futuro do saneamento básico no Brasil. Brasília: MC, 2011. v. 6.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. 2002.

_____. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. 2010a

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**. 2010b

KAJINO, L. K. **Estudo de viabilidade de implantação, operação e monitoramento de aterros sanitários**: uma abordagem econômica. 2005. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

KONRAD, O.; CASARIL, C. E.; SCHMITZ, M. Estudo dos resíduos sólidos domésticos de Lajeado/RS pela caracterização gravimétrica. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 2, n. 4, p. 58-62, 2010.

LANGE, L. C.; SIMÕES, G. F. **Implantação e operação de aterros para pequenas comunidades – A experiência de Catas Altas - MG**. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA RESÍDUOS SÓLIDOS E SANEAMENTO, 1., Recife, 2002.

LEITE, F. S. S. *et al*. Impacto na saúde dos catadores do lixão da terra e estudo gravimétrico. **Revista Bio**, v. 2, n. 3, 1990.

LESSA, E. R. **Estudo metodológico de caracterização física de resíduos sólidos domiciliar e comercial para o município de Fortaleza - CE**. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

LIMPURB – LIMPEZA URBANA DE SALVADOR. **Caracterização gravimétrica e físico – química dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Paulo**. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo, 2003.

MAGALHÃES, D. N. **Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Dores de Campos - MG**. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Juíz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

MAGALHÃES, T. **Lei nacional de saneamento básico**: perspectivas, para as políticas e a gestão dos serviços públicos: prestação dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília: PMSS, 2009. v. 3, p. 520-528. (Manejo de resíduos sólidos: sustentabilidade e verdade orçamentária com participação popular).

MANCINI, S. *et al*. Potencial de reciclagem de resíduos sólidos urbanos destinados a aterros sanitários: o caso Indaiatuba, SP, Brasil. **Waste Management & Research**, v. 25, n. 6, p. 517-523, 2007.

MANZO, V. H. **Estudo da composição gravimétrica e físico-química dos resíduos sólidos domiciliares do município de Vitória - ES**.1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1999.

MARQUES JÚNIOR, W. **Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos da cidade de Bela Vista – GO**. 2005. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2005.

MEIRELLES, H. L. **Direito municipal brasileiro**. 12. ed. Rio de Janeiro: Malheiros, 2001.

MILANEZ, B.; BÜHRS, T. Capacidade ambiental e a emulação de políticas públicas: o caso da responsabilidade pós-consumo para resíduos de pilhas e baterias no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, v. 33, p. 257-289, 2009a.

_____. Extended producer responsibility in Brazil: the case of tyre waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 6, p. 608-615, 2009b.

MIRANDA, M. L.; ALDY, J. E. Unit pricing of residential municipal solid waste: lessons from nine case study communities. **Journal of Environmental Management**, v. 52, n. 1, p. 79-93, 1998.

NAVAL, L. P.; GONDIM, S. M. **Caracterização física e físico-química dos resíduos sólidos urbanos domésticos e comerciais da cidade de Palmas-TO**. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., João Pessoa. ABES, 2001.

OBSERV'ER – OBSERVATOIRE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES. **8th Eurobserv'er Report**: the state of renewable energies in Europe. Bruxelas: EPEL Industrie Graphique, 2008.

OLIVEIRA, A. S. D. **Método para viabilização de implantação de plano de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**: o caso do município de Rio Grande - RS. 2002. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

OLIVEIRA, A. M. V.; QUADROS, B. E. C.; CAMPOS, R. A. M. C. **Caracterização de resíduos sólidos domiciliares na cidade de Salvador**. Salvador: LIMPURB, 1999.

OLIVEIRA, M. P. P.; PUGLIESI, É.; SCHALCH, V. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos domiciliares no município de Peixe-Boi/PA**. São Paulo: USP, 2008. p. 1-15.

OLIVEIRA, S. *et al*. Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos (RSD) da cidade de Botucatu/SP. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 4, n. 3, 1999.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *et al*. **Estudo sobre o potencial de geração de energia a partir de resíduos de saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável – Resumo Executivo**. São Paulo: MMA; PNUD, 2010. 43 p.

PASQUALETTO, A. *et al*. **Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos domunicípio de Caldas Novas – GO**. 2006. Tese (Mestrado) – Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2006

PELEGRINO, S. A. C. **Gestão de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte**: sistematização de diretrizes e procedimentos. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

PEREIRA NETO, J. T. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos**: município de Bituruna – PR. Minas Gerais: UFV, 2007.

PEREIRA, F. T. G. *et al*. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande-PB**. *In*: SIMPÓSIO NORDESTINO SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS, CAMPINA GRANDE – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA PARAÍBA, 2., Campina Grande, 2010.

PERESIN, D.; SCHNEIDER, V. E.; PANAROTTO, C. T. **Quantidade de resíduos gerados no município de Bento Gonçalves e sua destinação, em 2002/2003 – coleta seletiva e regular**. *In*: ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES, CAXIAS DO SUL, 11., Caxias do Sul: UCS, 2002.

PINHEIRO, J.; GIRARD, L. Metodologia para gerenciamento integrado dos resíduos sólidos da bacia da Estrada Nova do município de Belém (PA). **Estudos Tecnológicos**, v. 5, n. 3, p. 313-331, 2009.

PLASTIVIDA – INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL DOS PLÁSTICOS. **Reciclagem**: pesquisa de mercado 2005. São Paulo: Plastivida, 2005.

_____. **Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plásticos no Brasil (IRmP)**. São Paulo: Plastivida, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JABOTICABAL. **Relatório ambiental preliminar (RAP) da unidade de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos de Jaboticabal**. Jaboticabal: Prefeitura Municipal de Jaboticabal, 2001.

QUISSINI, C. S. *et al*. **Determinação dos aspectos quali-quantitativos dos resíduos sólidos domésticos – estudo de caso município de São Marcos**. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., Belo Horizonte: ABES.

REIS, M. F. P. *et al*. Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares do município de Porto Alegre/RS. *In*: CONGRESSO DE AGROECOLOGIA, 1. 2003, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre, 2003.

RIBEIRO FILHO, F. G.; SANTOS, L. P. **A questão da coleta seletiva de resíduos sólidos para o município de Teresina-PI**. *In*: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO – SIMPGEO-SP, 1., Rio Claro, 2008.

RIBEIRO, C. J. **Estudo e avaliação do sistema de reciclagem e tratamento de lixo domiciliar em Betim/MG**. 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

RODRIGUES, C. S. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos**: desafios, possibilidades e limitações para implantação no município de Imbituba, SC. 2009. Monografia (Graduação) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

RUBIK, F.; SCHOLL, G. The ripening of Integrated Product Policy. **European Environment**, v. 9, n. 5, p. 186-190, 1999.

SANTOS, S. H. **Resíduos sólidos urbanos**: taxas e tarifas. *In*: ENCONTRO REGIONAL SOBRE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (LIXO) – MODELOS, POLÍTICAS PÚBLICAS, TAXAS E TARIFAS. Curitiba: ABES, 1998.

SECRETARIA DE SERVIÇOS PÚBLICOS. **A gestão dos resíduos urbanos**. Campinas: Prefeitura Municipal de Campinas, 1996. p. 224.

SEIXAS, M. G. *et al*. **Composição gravimétrica e valor econômico de resíduos sólidos exclusivamente domiciliares de bairros de classe média alta em João Pessoa**. *In*: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 8., Fortaleza: Abes, 2006.

SILVA, E. M. M. **Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no estado do Rio Grande do Norte**. Rio Grande do Norte: Idema, 2002. p. 177.

SOARES, A. C. B.; MOURA, F. C. **Avaliação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de São Leopoldo**. São Leopoldo: SMAC, 2009.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA; TEIXEIRA, B. A. N. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares. **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**, Rio Claro, p. 77-85, 2001.

TAVARES, J. C. L. **Caracterização dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Maceió-AL**. Maceió: UFAL, 2008. p. 1-116.

TAVARES, R. C. **Composição gravimétrica**: uma ferramenta de planejamento e gerenciamento do resíduo urbano de Curitiba e região metropolitana. 2007. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Engenharia do Paraná, Curitiba, 2007.

VASQUES, A. C. **Relatório técnico 83**: reciclagem de metais no país. Brasília: Secretaria de Geologia/M&TM/MME, 2009.

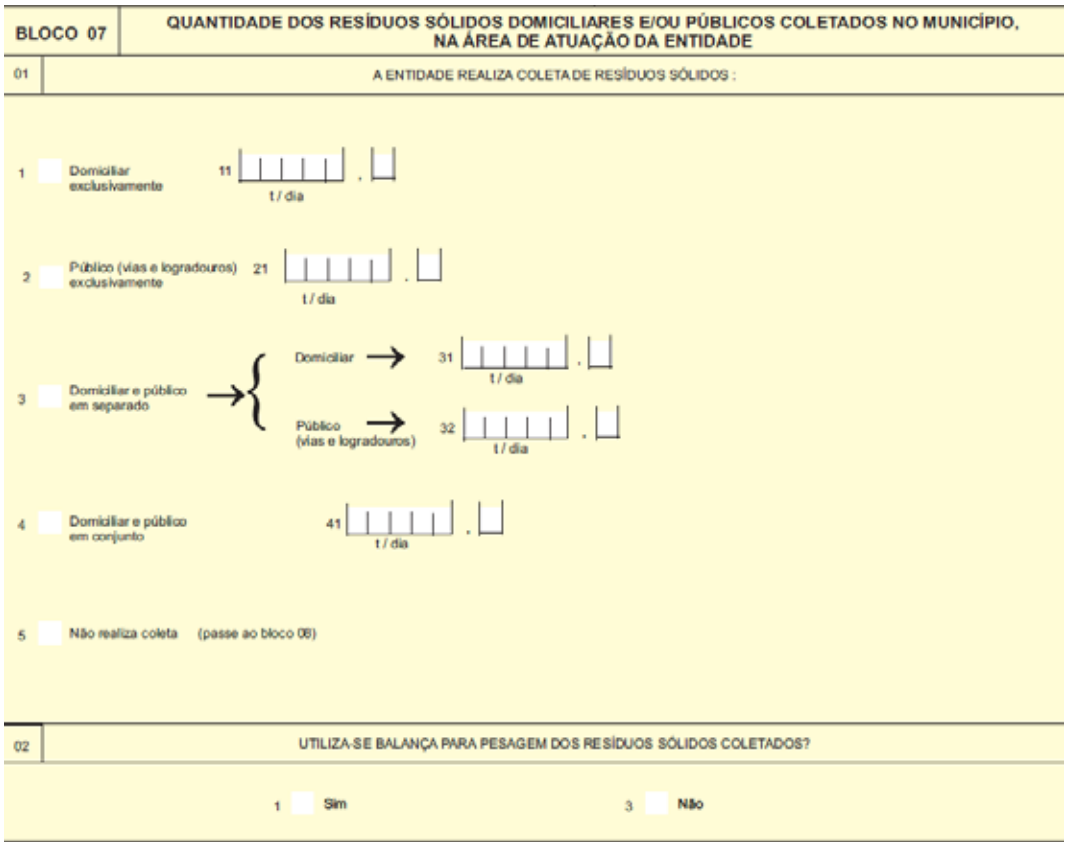
WIEDEMANN, H. U. **Lixo na Alemanha**. Rio de Janeiro: Viveiros de Castro, 1999.

ANEXOS

ANEXO A

FIGURA A.1

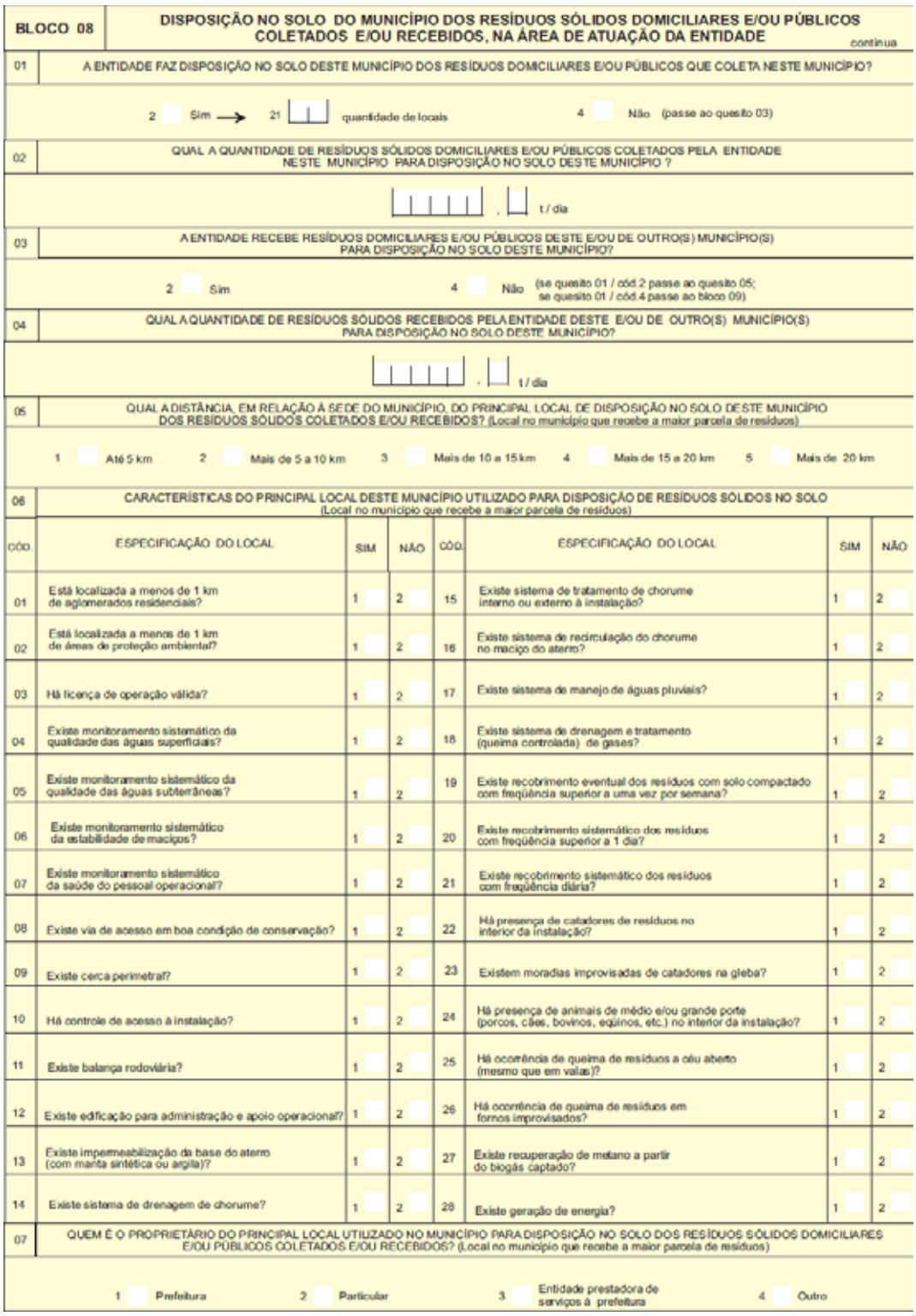
Trecho do questionário da PNSB 2008



Obs.: imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

FIGURA A.2

Trecho do questionário da PNSB 2008



BLOCO 08 — DISPOSIÇÃO NO SOLO DO MUNICÍPIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS, NA ÁREA DE ATUAÇÃO DA ENTIDADE (continua)

01 A ENTIDADE FAZ DISPOSIÇÃO NO SOLO DESTE MUNICÍPIO DOS RESÍDUOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS QUE COLETA NESTE MUNICÍPIO?

2 Sim → 21 ___ quantidade de locais 4 Não (passe ao quesito 03)

02 QUAL A QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS PELA ENTIDADE NESTE MUNICÍPIO PARA DISPOSIÇÃO NO SOLO DESTE MUNICÍPIO ?

_____ , ___ t / dia

03 A ENTIDADE RECEBE RESÍDUOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS DESTE E/OU DE OUTRO(S) MUNICÍPIO(S) PARA DISPOSIÇÃO NO SOLO DESTE MUNICÍPIO?

2 Sim 4 Não (se quesito 01 / cód.2 passe ao quesito 05; se quesito 01 / cód.4 passe ao bloco 09)

04 QUAL A QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS RECEBIDOS PELA ENTIDADE DESTE E/OU DE OUTRO(S) MUNICÍPIO(S) PARA DISPOSIÇÃO NO SOLO DESTE MUNICÍPIO?

_____ , ___ t / dia

05 QUAL A DISTÂNCIA, EM RELAÇÃO À SEDE DO MUNICÍPIO, DO PRINCIPAL LOCAL DE DISPOSIÇÃO NO SOLO DESTE MUNICÍPIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS? (Local no município que recebe a maior parcela de resíduos)

1 Até 5 km 2 Mais de 5 a 10 km 3 Mais de 10 a 15 km 4 Mais de 15 a 20 km 5 Mais de 20 km

06 CARACTERÍSTICAS DO PRINCIPAL LOCAL DESTE MUNICÍPIO UTILIZADO PARA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO SOLO (Local no município que recebe a maior parcela de resíduos)

CÓD.	ESPECIFICAÇÃO DO LOCAL	SIM	NÃO	CÓD.	ESPECIFICAÇÃO DO LOCAL	SIM	NÃO
01	Está localizada a menos de 1 km de aglomerados residenciais?	1	2	15	Existe sistema de tratamento de chorume interno ou externo à instalação?	1	2
02	Está localizada a menos de 1 km de áreas de proteção ambiental?	1	2	16	Existe sistema de recirculação do chorume no maciço do aterro?	1	2
03	Há licença de operação válida?	1	2	17	Existe sistema de manejo de águas pluviais?	1	2
04	Existe monitoramento sistemático da qualidade das águas superficiais?	1	2	18	Existe sistema de drenagem e tratamento (queima controlada) de gases?	1	2
05	Existe monitoramento sistemático da qualidade das águas subterrâneas?	1	2	19	Existe recobrimento eventual dos resíduos com solo compactado com freqüência superior a uma vez por semana?	1	2
06	Existe monitoramento sistemático da estabilidade de maciços?	1	2	20	Existe recobrimento sistemático dos resíduos com freqüência superior a 1 dia?	1	2
07	Existe monitoramento sistemático da saúde do pessoal operacional?	1	2	21	Existe recobrimento sistemático dos resíduos com freqüência diária?	1	2
08	Existe via de acesso em boa condição de conservação?	1	2	22	Há presença de catadores de resíduos no interior da instalação?	1	2
09	Existe cerca perimetral?	1	2	23	Existem moradias improvisadas de catadores na gleba?	1	2
10	Há controle de acesso à instalação?	1	2	24	Há presença de animais de médio e/ou grande porte (porcos, cães, bovinos, eqüinos, etc.) no interior da instalação?	1	2
11	Existe balança rodoviária?	1	2	25	Há ocorrência de queima de resíduos a céu aberto (mesmo que em valas)?	1	2
12	Existe edificação para administração e apoio operacional?	1	2	26	Há ocorrência de queima de resíduos em fornos improvisados?	1	2
13	Existe impermeabilização da base do aterro (com manta sintética ou argila)?	1	2	27	Existe recuperação de metano a partir do biogás captado?	1	2
14	Existe sistema de drenagem de chorume?	1	2	28	Existe geração de energia?	1	2

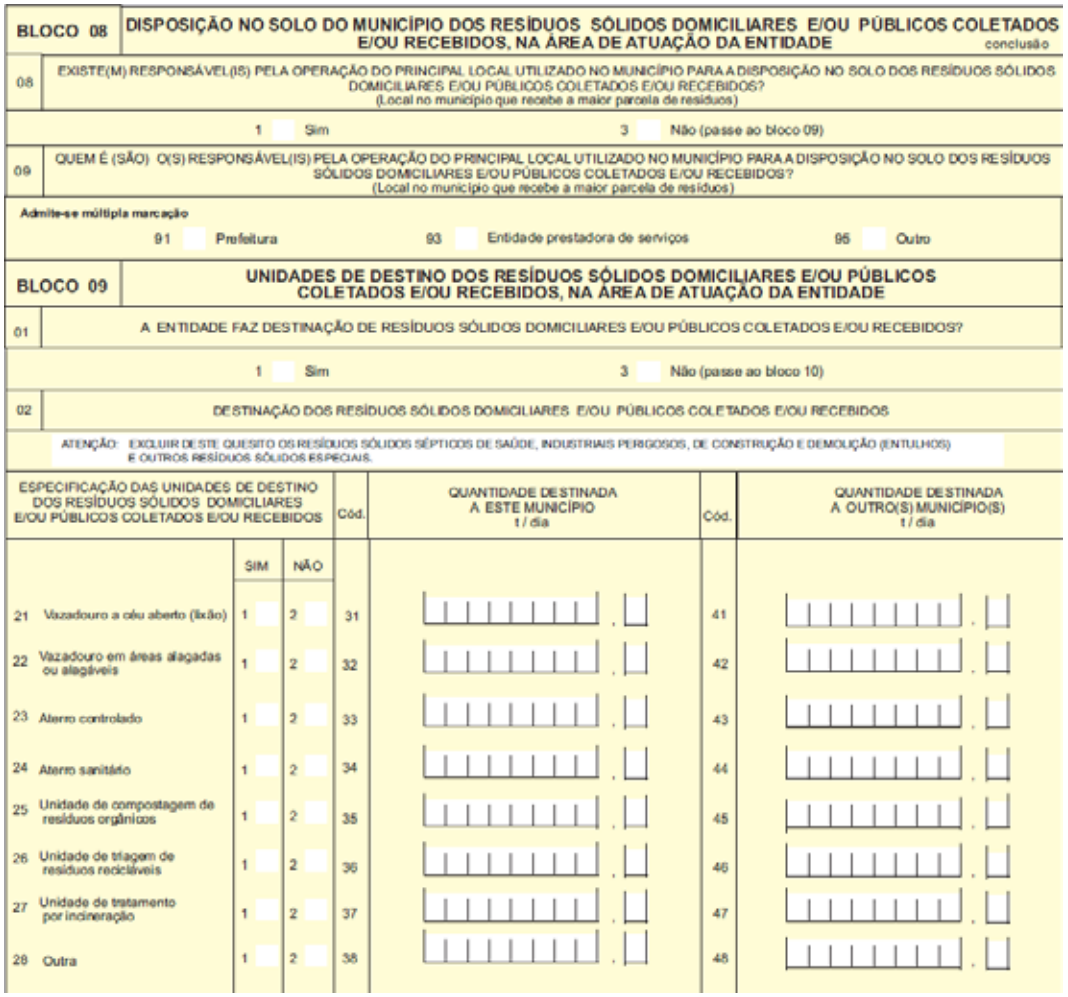
07 QUEM É O PROPRIETÁRIO DO PRINCIPAL LOCAL UTILIZADO NO MUNICÍPIO PARA DISPOSIÇÃO NO SOLO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS? (Local no município que recebe a maior parcela de resíduos)

1 Prefeitura 2 Particular 3 Entidade prestadora de serviços à prefeitura 4 Outro

Obs.: imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

FIGURA A.3

Trecho do questionário da PNSB 2008



BLOCO 08 DISPOSIÇÃO NO SOLO DO MUNICÍPIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS, NA ÁREA DE ATUAÇÃO DA ENTIDADE — conclusão

08 EXISTE(M) RESPONSÁVEL(IS) PELA OPERAÇÃO DO PRINCIPAL LOCAL UTILIZADO NO MUNICÍPIO PARA A DISPOSIÇÃO NO SOLO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS? (Local no município que recebe a maior parcela de resíduos)

1 Sim 3 Não (passe ao bloco 09)

09 QUEM É (SÃO) O(S) RESPONSÁVEL(IS) PELA OPERAÇÃO DO PRINCIPAL LOCAL UTILIZADO NO MUNICÍPIO PARA A DISPOSIÇÃO NO SOLO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS? (Local no município que recebe a maior parcela de resíduos)

Admite-se múltipla marcação

91 Prefeitura 93 Entidade prestadora de serviços 95 Outro

BLOCO 09 UNIDADES DE DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS, NA ÁREA DE ATUAÇÃO DA ENTIDADE

01 A ENTIDADE FAZ DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS?

1 Sim 3 Não (passe ao bloco 10)

02 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS

ATENÇÃO: EXCLUIR DESTE QUESITO OS RESÍDUOS SÓLIDOS SÉPTICOS DE SAÚDE, INDUSTRIAIS PERIGOSOS, DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (ENTULHOS) E OUTROS RESÍDUOS SÓLIDOS ESPECIAIS.

ESPECIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS	SIM	NÃO	Cód.	QUANTIDADE DESTINADA A ESTE MUNICÍPIO t / dia	Cód.	QUANTIDADE DESTINADA A OUTRO(S) MUNICÍPIO(S) t / dia
21 Vazadouro a céu aberto (lixão)	1	2	31		41	
22 Vazadouro em áreas alagadas ou alagáveis	1	2	32		42	
23 Aterro controlado	1	2	33		43	
24 Aterro sanitário	1	2	34		44	
25 Unidade de compostagem de resíduos orgânicos	1	2	35		45	
26 Unidade de triagem de resíduos recicláveis	1	2	36		46	
27 Unidade de tratamento por incineração	1	2	37		47	
28 Outra	1	2	38		48	

Obs.: imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).

ANEXO B

TABELA B.1

Estudos gravimétricos consultados

Cidade	Metal total	Alumínio	Aço	Papel, papelão e tetrapak	Plástico total	Plástico-filme	Plástico rígido	Vidro	Orgânico	Outros	Fontes
Águas mornas	1,7	-	-	6,7	18,2	-	-	2,2	36,7	34,5	(Rodrigues, 2009)
Almirante Tamandaré	3,3	1,3	2,0	19,0	18,8	12,3	6,5	2,9	36,5	19,5	(Tavares, 2007)
Aracaju	1,7	-	-	10,0	7,9	-	-	2,2	75,0	3,2	(Leite *et al*., 1990)
Araucária	2,3	-	-	21,1	19,1	12,5	6,6	3,3	39,1	15,1	(Tavares, 2007)
Balneário Camboriú	2,2	-	-	14,7	21,5	-	-	3,8	44,4	13,4	(Rodrigues, 2009)
Bauru	2,6	-	-	11,7	14,0	8,6	5,3	1,8	65,9	4,0	(Kajino, 2005)
Bela Vista	3,8	-	-	19,0	18,8	-	-	1,9	52,9	3,7	(Marques Júnior, 2005)
Belém	2,6	-	-	17,1	15,0	-	-	1,5	45,9	17,9	(Pinheiro e Girard, 2009)
Benevides	4,3	-	-	13,4	18,7	-	-	4,0	48,0	11,7	(Carneiro *et al*., 2000)
Bento Gonçalves	3,3	0,4	2,9	9,0	11,1	-	-	3,2	51,5	21,9	(Peresin, Schneider e Panarotto, 2002)
Betim	3,7	-	-	15,6	10,2	-	-	1,1	55,3	14,1	(Ribeiro, 1997)
Bituruna	6,4	-	-	6,8	12,2	-	-	2,9	56,5	15,2	(Pereira Neto, 2007)
Blumenau	2,7	-	-	11,7	14,1	-	-	4,2	42,5	24,8	(Rodrigues, 2009)
Bombinhas	3,8	-	-	11,5	17,7	-	-	5,1	47,2	14,7	(Rodrigues, 2009)
Botucatu	3,9	0,3	3,5	8,4	8,4	4,9	3,6	2,0	74,1	3,2	(Oliveira *et al*., 1999)
Cabedelo	1,3	-	-	6,6	6,8	-	-	1,4	66,4	17,5	(Tavares, 2007)
Caldas Novas	2,1	0,8	1,3	13,4	12,8	-	-	1,6	58,6	11,5	(Pasqualetto *et al*., 2006)
Camaçari	0,3	-	-	4,2	7,0	-	-	2,1	59,4	27,0	(Gorgati *et al*., 2001)
Campina Grande	3,0	-	-	5,0	11,0	-	-	4,0	67,0	10,0	(Pereira *et al*., 2010)
Campina Grande do Sul	2,9	0,3	2,6	19,4	18,4	13,2	5,2	4,0	41,1	14,2	(Tavares, 2007)
Campinas	4,4	-	-	19,8	15,2	-	-	1,7	45,7	13,3	(Secretaria de Serviços Públicos, 1996)
Campo Grande	3,9	-	-	12,4	11,1	-	-	2,2	68,0	2,4	(EPE, 2008)
Campo Largo	3,0	0,4	2,6	18,8	18,9	12,9	6,0	-	42,9	16,4	(Tavares, 2007)
Campo Magro	3,8	0,3	3,5	19,6	18,6	12,1	6,5	3,0	38,7	16,3	(Tavares, 2007)
Catas Altas	2,0	-	-	8,0	14,0	-	-	2,0	50,0	24,0	(Lange e Simões, 2002)
Caxias do Sul	2,5	0,1	2,4	13,1	15,3	-	-	2,4	46,0	20,7	(Bianchi *et al*., 2003)

(Continua)

(Continuação)

Cidade	Metal total	Alumínio	Aço	Papel, papelão e tetrapak	Plástico total	Plástico-filme	Plástico rígido	Vidro	Orgânico	Outros	Fontes
Coari	1,5	-	-	11,9	13,5	10,1	3,4	2,4	66,7	3,9	(Andrade, 2007)
Colombo	2,8	-	-	16,0	19,6	14,5	5,1	2,6	43,3	15,7	(Tavares, 2007)
Comercinho	3,6	-	-	15,6	13,4	-	-	2,5	30,2	34,7	(Barros *et al.*, 2007)
Contenda	3,3	0,3	3,0	18,7	16,5	11,6	4,9	2,9	44,1	14,5	(Tavares, 2007)
Criciúma	3,3	-	-	21,1	17,1	-	-	2,1	45,2	11,2	(Guadagnin *et al*., 2001)
Cururupu	1,5	-	-	5,8	12,0	-	-	0,2	76,2	4,2	(MMA e Ibam, 2004)
Dores do Campos	1,0	-	-	11,0	17,0	-	-	2,0	58,0	11,0	(Magalhães, 2008)
Estrela	1,8	-	-	6,7	11,6	7,5	4,1	2,3	57,1	20,7	(Casaril *et al*., 2009)
Extremoz	2,3	0,1	2,3	8,7	6,1	3,2	2,9	1,3	65,5	16,1	(Silva, 2002)
Fazenda Rio Grande	2,2	0,3	1,9	16,1	16,4	12,2	4,2	1,8	43,9	19,6	(Tavares, 2007)
Florianópolis	3,4	-	-	14,6	15,2	-	-	4,1	45,1	17,6	(Arruda *et al*., 2003)
Fortaleza	2,4	0,6	1,8	7,2	13,3	9,6	3,7	2,0	50,3	24,8	(Lessa, 2008)
Gaspar	4,8	-	-	12,0	17,2	-	-	4,8	33,3	27,9	(Rodrigues, 2009)
Guajará Mirim	5,5	-	-	10,0	16,1	-	-	1,3	57,1	10,0	(MMA e Ibam, 2004)
Hidrolândia	2,1	-	-	8,2	13,2	-	-	2,5	67,9	6,1	(Carvalho, 2005)
Imbituba	2,5	0,5	2,0	18,8	15,1	9,8	5,4	4,4	50,7	8,6	(Rodrigues, 2009)
Indaiatuba	2,0	0,5	1,5	10,3	10,7	5,6	5,1	1,9	53,7	21,4	(Mancini *et al*., 2007)
Itabuna	1,9	1,7	0,2	9,0	13,0	8,5	4,5	1,2	48,2	26,7	(Aquino Consultores e Associados Ltda., 1999)
Itajaí	2,1	-	-	13,2	14,6	-	-	2,5	50,3	17,3	(Rodrigues, 2009)
Itamogi	2,2	-	-	6,6	11,7	-	-	1,6	67,8	10,1	(Pelegrino, 2003)
Itaocatiara	2,1	-	-	11,7	8,8	6,7	2,1	0,6	52,5	24,4	(Andrade, 2007)
Itaperuçú	1,5	0,3	1,2	16,9	17,1	14,1	3,0	1,6	38,1	24,8	(Tavares, 2007)
Jaboticabal	6,3	0,3	6,0	16,4	6,0	3,9	2,1	6,0	55,6	9,7	(Prefeitura Municipal de Jaboticabal, 2001)
João Pessoa	1,9	0,6	1,4	8,8	10,3	6,9	3,5	2,9	62,3	13,7	(Seixas *et al*., 2006)
Juína	3,4	-	-	10,8	17,4	-	-	3,6	56,0	8,9	(MMA e Ibam, 2004)
Lageado	1,4	-	-	9,5	11,6	7,5	4,1	2,2	57,5	17,8	(Casaril *et al*., 2009)
Lajeado	1,6	-	-	18,1	14,5	8,6	5,9	2,6	46,1	17,1	(Konrad, Casaril e Schmitz, 2010)
Maceió	1,7	-	-	8,9	13,6	10,3	3,3	1,3	56,6	17,9	(Tavares, 2008)
Manacapuru	1,9	-	-	8,4	10,1	7,4	2,7	0,9	53,7	25,0	(Andrade, 2007)
Manaus	4,3	-	-	18,9	8,6	-	-	2,2	58,7	7,3	(Andrade e Schalch, 1997)
Mandirituba	3,3	0,6	2,7	21,1	16,2	11,1	5,1	3,4	40,1	15,9	(Tavares, 2007)
Maricoré	4,0	-	-	17,0	20,0	-	-	2,0	52,0	5,0	(MMA e Ibam, 2004)
Maringá	5,0	-	-	17,7	13,5	-	-	3,1	52,2	8,6	(Barros Júnior, 2002)
Mossoró	1,4	0,1	1,3	14,6	18,4	13,9	4,5	1,8	30,4	33,4	(Silva, 2002)

(Continua)

(Continuação)

Cidade	Metal total	Alumínio	Aço	Papel, papelão e tetrapak	Plástico total	Plástico-filme	Plástico rígido	Vidro	Orgânico	Outros	Fontes
Natal	2,4	0,2	2,3	11,5	6,0	3,4	2,6	0,7	57,3	22,0	(Silva, 2002)
Navegantes	4,4	-	-	11,7	16,7	-	-	5,0	40,1	22,1	(Rodrigues, 2009)
Palmas	5,9	-	-	10,7	11,4	-	-	2,4	62,5	7,1	(Naval e Gondim, 2001)
Parintins	3,4	-	-	6,0	8,7	6,7	2,0	1,3	20,1	60,4	(Andrade, 2007)
Parnamirim	1,8	0,1	1,7	9,9	4,7	2,9	1,7	0,8	69,2	13,6	(Silva, 2002)
Passos	2,0	-	-	11,8	10,5	-	-	1,8	69,0	4,9	(Superintendência de Limpeza Urbana e Teixeira, 2001)
Pau dos Ferros	0,6	-	-	16,9	8,1	3,1	5,0	-	40,0	34,4	(Silva, 2002)
Peixe-Boi	3,7	-	-	5,4	11,4	8,2	3,2	3,1	60,5	16,0	(Oliveira, Pugliesi e Schalch, 2008)
Pinhais	2,1	-	-	18,0	20,2	14,7	5,5	2,3	41,8	15,6	(Tavares, 2007)
Piraquara	3,2	1,3	1,9	18,4	18,0	11,9	6,1	2,7	38,8	18,9	(Tavares, 2007)
Porto Alegre	4,0	0,8	3,2	11,4	12,3	5,4	7,0	3,4	43,8	25,0	(Reis *et al*., 2003)
Presidente Lucena	1,5	-	-	11,0	8,0	-	-	1,5	45,0	33,0	(Gomes e Martins, 2002)
Presidente Prudente	5,4	-	-	21,0	8,9	-	-	2,6	55,0	7,1	(Borges, 2002)
Proproá	1,1	-	-	7,4	10,0	5,3	4,7	0,8	65,3	15,3	(Barreto, 1997)
Quatro Barras	2,6	0,3	2,3	19,8	15,0	10,5	4,5	2,8	44,8	15,0	(Tavares, 2007)
Rio de Janeiro	1,6	0,4	1,2	14,6	17,2	12,5	4,7	3,0	56,7	6,9	(COMLURB, 2007)
Rio Grande	6,6	-	-	19,0	9,5	-	-	3,7	51,2	10,0	(Oliveira, 2002)
Salvador	3,7	1,1	2,5	16,2	17,1	12,0	5,1	2,9	46,9	13,3	(Oliveira, Quadros e Campos, 1999)
Santa Cruz	3,6	0,4	3,2	3,5	13,5	6,4	7,1	0,9	25,2	53,4	(Silva, 2002)
Santa Cruz de Salinas	4,3	-	-	12,8	13,4	-	-	3,3	46,5	19,7	(Costa, 2010)
São Carlos	1,3	-	-	7,4	10,5	7,6	2,8	1,7	59,1	20,1	(Frésca, 2007)
São João Batista	3,3	-	-	18,5	14,1	-	-	4,2	34,3	25,6	(Rodrigues, 2009)
São José	3,0	-	-	14,1	20,1	-	-	3,2	41,7	17,9	(Rodrigues, 2009)
São José dos Pinhais	3,2	-	-	20,5	19,3	13,4	5,9	2,7	37,1	17,2	(Tavares, 2007)
São Leopoldo	1,5	0,4	1,1	14,6	12,3	8,5	3,8	1,7	58,7	11,2	(Soares e Moura, 2009)
São Marcos	2,3	0,5	1,8	7,7	5,6	-	-	0,8	56,9	26,7	(Quissini *et al*., 2007)
São Paulo	2,2	0,7	1,5	12,4	16,5	12,3	4,2	1,8	59,2	7,9	(LIMPURB, 2003)
São Sebastião	3,3	-	-	18,5	7,9	-	-	2,8	49,0	18,5	(Alves e Blauth, 1998)
Teresina	3,4	0,9	2,4	15,8	20,5	11,6	8,9	2,4	45,4	12,5	(Ribeiro Filho e Santos, 2008)
Uberlândia	3,0	-	-	7,0	11,0	-	-	3,0	72,0	4,0	(Fehr e Calçado, 2001)
Varjão	1,9	-	-	13,0	12,4	-	-	1,2	57,2	14,3	(Freitas, 2006)
Vitória	3,3	-	-	19,1	11,8	-	-	2,7	53,1	10,1	(Manzo, 1999)
Xapuri	3,6	-	-	14,5	12,7	-	-	2,3	56,5	10,3	(MMA e Ibam, 2004)

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação
Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão
Everson da Silva Moura
Marco Aurélio Dias Pires

Revisão
Andressa Vieira Bueno
Clícia Silveira Rodrigues
Hebert Rocha de Jesus
Idalina Barbara de Castro
Laeticia Jensen Eble
Leonardo Moreira de Souza
Luciana Dias
Olavo Mesquita de Carvalho
Reginaldo da Silva Domingos
Celma Tavares de Oliveira (estagiária)
Patrícia Firmina de Oliveira Figueiredo (estagiária)

Editoração eletrônica
Aline Rodrigues Lima
Andrey Tomimatsu
Bernar José Vieira
Danilo Leite de Macedo Tavares
Jeovah Herculano Szervinsk Junior
Leonardo Hideki Higa
Daniella Silva Nogueira (estagiária)

Capa
Andrey Tomimatsu

Livraria do Ipea
SBS - Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES - Térreo
70076-900 - Brasília - DF
Tel.: (61) 3315-5336
Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Composto em Adobe Garamond Pro 11,5/13,8 (texto)
Frutiger 67 Bold Condensed (títulos, gráficos e tabelas)
Impresso em Offset 90g/m^2
Cartão Supremo 250g/m^2 (capa)
Brasília-DF

Logotipo/slogan de governo removido em observancia ao disposto no art. 40 da Lei n 9.504/1997

Missão do Ipea
Produzir, articular e disseminar conhecimento para aperfeiçoar as políticas públicas e contribuir para o planejamento do desenvolvimento brasileiro.

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA