

Caderno de Diagnóstico

Resíduos Sólidos Urbanos

Equipe Técnica

Bruno Milanez

Luciana Miyoko Massukado

Supervisão

Gustavo Luedemann

Jorge Hargrave

Assistente

Tássia Nunes Dias Pereira

Documento preliminar 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, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente. Sendo assim, pede-se que não se cite esse material, até versão definitiva.

Agosto 2011

SUMÁRIO

1	Introdução	1
2	Aspectos metodológicos.....	1
2.1	Escopo da pesquisa	1
2.2	Aspectos relacionados às estimativas da população	2
2.3	Limitações do estudo	3
3	A geração	4
4	A coleta	7
4.1	A coleta tradicional.....	7
4.2	A coleta seletiva e as estações de triagem	9
5	Destinação Final.....	13
5.1	A reciclagem	24
5.2	Compostagem	29
5.2.1	Situação no Brasil	29
5.2.2	Experiências bem sucedidas de compostagem no âmbito internacional	34
5.3	A disposição final	37
6	Uma outra abordagem: a visão por material	45
7	Aspectos econômicos da gestão dos RSU.....	50
7.1	Algumas questões gerais.....	50
7.2	A cobrança pela coleta de resíduos.....	51
7.3	Custos da disposição final.....	54
8	Consórcios Públicos.....	57
9	Aproveitamento energético do gás de aterro.....	60
10	Considerações finais e recomendações	65
	Referências	68
	Anexo 1: Trechos do questionário da PNSB 2008	75
	Anexo 2: Estudos gravimétricos consultados.....	78

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 Urbanos¹ (RSU) 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 RSU 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 outra onde se adota 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 RSU. 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 tiveram como unidade fundamental o Brasil. Sempre que possível, as avaliações foram estendidas para as regiões geográficas e para municípios agrupados por tamanho. O trabalho foi elaborado, principalmente, a partir das informações contidas na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB (IBGE, 2010a) e no Sistema Nacional de Informação em Saneamento - SNIS (MCidades, 2010). 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 IBGE para consulta aos dados desagregados de suas pesquisas. Para manter a consistência entre as fontes de informação, o ano de 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/papelão², plásticos e vidro. Dependendo da disponibilidade dos dados, os plásticos, em alguns

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.

momentos foram desagregados como plástico filme e plástico rígido; em outros momentos de acordo com o tipo de polímero³.

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 resíduos sólidos urbanos. 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 DATASUS (2011). Como o DATASUS não fornece informações referentes à população urbana para o ano de 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	Nº municípios	População residente		População urbana		Taxa de urbanização	
		2000	2008	2000	2008	2000	2010*
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%

* O DATASUS não disponibiliza dados para a população urbana no ano de 2008, por isso adotou-se, por aproximação, a taxa de urbanização de 2010.

Fonte: Elaborado a partir de DATASUS (2011)

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, custos de coleta e 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	Nº de municípios	
		2000	2008
Municípios pequenos	Menos de 100.000 habitantes	5.341	5.299
Municípios médios	Entre 100.000 e 1.000.000 habitantes	211	252
Municípios grandes	Mais de 1.000.000 habitantes	13	14
Brasil		5.565	5.565

Fonte: Elaborado a partir de Datasus (2011)

³ Polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD); tereftalado de polietileno (PET); polipropileno (PP), poliestireno (PS) e cloreto de polivinila (PVC).

De forma semelhante ao caso da distribuição regional, por inexistência de dados mais precisos para o nível 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*
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%

* O DATASUS não disponibiliza dados para a população urbana no ano de 2008, por isso adotou-se, por aproximação, a taxa de urbanização de 2010.

Fonte: Elaborado a partir de Datasus (2011)

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, publicações de diferentes órgãos setoriais, como Associação Brasileira da Indústria Química e Associação Brasileira do Alumínio, 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 auto-declaração das entidades prestadoras do serviço de manejo de resíduos sólidos, não sendo incomum que as respostas dadas por entidades responsáveis pela coleta sejam diferentes daquelas fornecidas pelas entidades responsáveis pela disposição final, por exemplo. Dessa forma, recomenda-se uma avaliação cuidadosa do questionário e sistema de coleta de informações da PNSB. Além disso, foram identificadas pequenas diferenças nas amostras das edições 2000 e 2008 da PNSB, uma vez que a versão mais antiga da pesquisa exclui cerca de 90 municípios, enquanto que 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 nos levou a adotar outras pesquisas de menor abrangência. Dessa forma, as informações sobre o custos e despesas foram retiradas do SNIS (MCidades, 2010) 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. Essa incompatibilidade é discutida em maior profundidade na seção 6. 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 geração dos mesmos. 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 esse 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. Dessa 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 RSU. Foram identificadas estimativas para alguns materiais, como o aço, mas o levantamento desses dados para todos os materiais necessita de uma pesquisa mais aprofundada junto aos diferentes setores.

Espera-se, a partir dessa seção, contribuir para o debate sobre as tendências de geração de resíduos recicláveis no país. Porém, pelos motivos acima 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 desse produto tem crescido de forma contínua nos últimos anos, sendo as embalagens responsáveis por aproximadamente 30% do consumo deste material. Dentre as embalagens, as latas de alumínio são aquelas com maior 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	mil t	832,6	892,8	984,6	1.126,7
Embalagens	mil t	256,4	275,0	303,3	347,0
Latas	mil t	132,6	147,4	166,5	180,9
Embalagens por habitante	kg/hab.	1,4	1,5	1,6	1,8

Fonte: Elaborado a partir de ABAL (2011), ABRELPE (2010), DATASUS (2011), MME (2010a)

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. Dessa forma, a quantidade de aço e sucata ferrosa encontrada nos resíduos se deve menos à presença de embalagens e mais a outros bens como, por exemplo, 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 do 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, diferente 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	mil t	19.851,6	20.249,7	24.989,5	27.192,3
Embalagens	mil t	936	873	891	886
Embalagens por habitante	kg/hab.	5,1	4,7	4,7	4,7

Fonte: Elaborada a partir de DATASUS (2011), MME (2010a)

Os dados sobre consumo aparente de papel /papelo são apresentados na Tabela 6. O papel/papelão se diferencia dos demais materiais descritos acima pelo fato de grande parte de seus produtos terem um ciclo de vida curto e acabarem sendo descartados como

RSU, como é o 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 desse material por habitante é significativamente maior do que o consumo de embalagens fabricadas com os outros materiais.

Tabela 6: Consumo aparente de papel e papelão

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

Fonte: Elaborado a partir de DATASUS (2011) e BRACELPA (2010)

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

Nota: Eventuais diferenças no consumo aparente total e no somatório das resinas se devem a variações nas diferentes fontes de informação.

Fonte: Elaborado a partir de Abiplast (2010), ABIQUIM (2008), ABRELPE (2010), DATASUS (2011)

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 RSU 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. Essas possibilidades precisam ser levadas em consideração em uma política de logística reversa e responsabilidade compartilhada para essas embalagens.

Tabela 8: Consumo aparente de vidro

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

Fonte: Elaborada a partir de DATASUS (2011), MME (2010b)

A Figura 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 que 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.

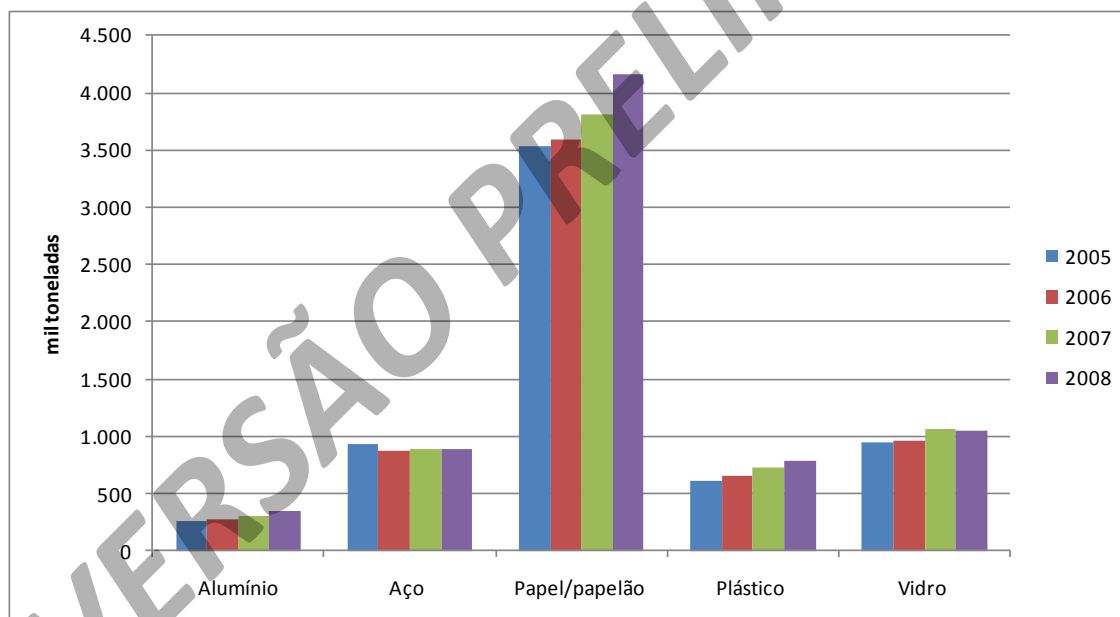


Figura 1: Consumo aparente de embalagens

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, essa 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.

Porém, as maiores discrepâncias 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. Porém, o acesso aos bens industrializados vem aumentando e, conseqüentemente, 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 vem se ampliando. Por esse motivo, é importante que os governos locais desenvolvam estratégias de coleta e tratamento, mesmo que 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 (%)

	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	N/D	N/D	N/D	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

Nota: N/D - Não disponível.

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2010b).

Além da cobertura, outra questão importante é a quantidade de resíduos coletados. Essa 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 (t/dia)	2008 (t/dia)	2000 (kg/hab.dia)	2008 (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

Nota: A edição da PNSB 2000 apresenta dados relativos à coleta total no município e à quantidade recebida de outros municípios, já 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 se referem apenas à quantidade de resíduos coletada dentro do município.

Fonte: Elaborado a partir de Datasus (2011) e IBGE (2002, 2010a)

A evolução temporal da quantidade de resíduos coletados apresenta algumas inconsistências, que dificultam sua análise. Os dados indicam um aumento da quantidade, em termos absolutos e relativos, nos municípios pequenos e médios, porém redução nos municípios grandes⁴. A mesma inconsistência aparece nos dados regionais, onde houve aumento em todas as regiões, menos no Sudeste. Devido à importância dos municípios grandes e do Sudeste na média nacional, ao invés de se verificar um aumento na quantidade coletada no país, como seria esperado, percebe-se que ela se mantém constante. As causas dessa inconsistência não são claras e devem ser verificadas junto ao 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. Porém a avaliação do desempenho da coleta seletiva no Brasil 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 esse motivo, os dados apresentados aqui devem ser considerados com cautela, uma vez que representam o valor mínimo da quantidade de RSU 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

⁴ Por exemplo, no caso do município de São Paulo 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. Nos dois casos, não foi registrada na base BME a quantidade de resíduos coletados em vias públicas.

sistema de coleta não ultrapassa os 18% do total. A maior parte 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 que aqueles criados na região Sudeste têm se concentrado 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: Elaborado a partir de IBGE (2002, 2010a)

A Tabela 12 caracteriza a coleta seletiva por tamanho de municípios. Esses 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 desses 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.

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: Elaborado a partir de IBGE (2002, 2010a)

A PNSB não apresenta dados sobre os métodos ou custos dos sistemas de coleta seletiva, portanto para a análise dessas 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. Entretanto, a leitura dessa tabela deve ser feita com atenção, uma vez que as opções não são mutuamente exclusivas. Por exemplo, nessa amostra todos os sistemas de coleta porta-a-porta eram realizados ao mesmo tempo por agentes públicos e por organizações de catadores. Da mesma forma, muitas das prefeituras que realizavam coleta porta-a-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	0	82	3
PEVs	39	0	0	4
Outros	19	0	7	N/D

Fonte: Elaborado a partir de Ministério das Cidades (2010).

Todavia, a confrontação desses dados com as informações fornecidas pela pesquisa Ciclossoft, 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 desses programas (43%) teriam relação com cooperativas de catadores de material recicláveis (CEMPRE, 2008). Essa 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 tenha um melhor entendimento 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, essa informação não foi coletada nem pela PNSB nem pelo SNIS. Dessa forma, a única fonte identificada foi a pesquisa Ciclossoft, cujas informações disponíveis são muito limitadas e se restringem a um grupo de apenas 12 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: Elaborado a partir de CEMPRE (2008)

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**	Vidro
Amostra total*	131	3,4	2,0	0,8	0,6
Municípios pequenos*	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

* 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.

** Como o SNIS não diferencia os diferentes tipos de metais, não foi possível fazer a separação entre aço e alumínio.

Fonte: Elaborado a partir de MCidades (2010)

A partir destes 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, Brasil, 2008

Unidade de análise	Municípios que realizam coleta seletiva	População urbana	Papel	Plástico	Metais	Vidro
		Número de habitantes	mil t/ano	mil t/ano	mil t/ano	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: Elaborado a partir de MCidades (2010) e IBGE (2010a)

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, posteriormente, encaminhado para reciclagem. Esta solução, apesar de ter uma implementação mais simples do que os programas de coleta seletiva, apresenta uma eficácia mais baixa do 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 consideravelmente, a

quantidade de resíduos encaminhados para tais instalações não cresceu significativamente.

Para o ano de 2008, os dados ainda indicam uma maior presença relativa nos municípios de grande porte (50%), seguidos dos de médio porte (19%) e, finalmente, 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	0	7	0,0	336,6
Norte	0	7	0,0	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: Elaborado a partir de IBGE (2002, 2010a)

5 Destinação Final

A Lei 12.305/2010 define, em seu Art. 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 Sisnama, do SNVS e do 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 os 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. Porém, a

quantidade total coletada 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 1000 t/d. O Anexo 1 apresenta as partes do questionário referentes às informações das quantidades de resíduos coletada e destinada.

A análise do questionário da PNSB sugere uma provável duplicação de informação referente à quantidade de material encaminhado para os destinos finais⁵. Como exemplo, cita-se o município de Caieiras (SP) que, apesar de coletar 76 t/d de RSU, 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 7.000 t/d de outros municípios. A duplicação ocorre devido ao fato desses 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 1.000 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 somente com os valores de quantidade de resíduos destinados ao próprio município, ou seja, 188.815 t/d. Esse valor se torna mais consistente se comparado com a quantidade total coletada, que foi de 183.481,50 t/d.

⁵ Em consulta ao IBGE, obtivemos 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 07 são informados volumes coletados no município, no bloco 08 volumes coletados e/ou recebidos para disposição no solo no município, e no bloco 09 registradas as quantidades destinadas (para disposição no solo e/ou 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 1000 t/d

Item Geográfico	Aterro controlado, este município	Aterro controlado, d 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 compostagem, este município,	Unidade de compostagem, outro município,	Incineração, este município,	Incineração, 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 município,	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			6175	5084,9							58,3	0	12	0			11.330,2	11.342,2	-12,0
Jundiá			0	9200							4	16					9.220,0	339,2	8.880,8
Rio de Janeiro			2435,7	5945,3							86,8	69,2					8.537,0	4262,2	4.274,8
Barueri	160	0	0	7350													7.510,0	410	7.100,0
Barra dos Coqueiros													0	7500			7.500,0	0	7.500,0
Caieiras			7076	0													7.076,0	76	7.000,0
Salvador	1496	0	5027	0													6.523,0	2541,9	3.981,1
Sumaré			5000	232,3													5.232,3	162,3	5.070,0
Hortolândia			5000	150													5.150,0	150	5.000,0
Sabará			3500	0													3.500,0	48	3.452,0
Caucaia			3277	0													3.277,0	219	3.058,0
João Pessoa			3160,7	0							15	0					3.175,7	1130	2.045,7
Fortaleza			0	3059,5													3.059,5	2437,5	622,0
Belo Horizonte			0	3009,7			3,7	0			27,9	0					3.041,3	2212,9	828,4
Manaus	1590	0	1410	0			15	0									3.015,0	3015	0,0
Recife	0	2574	40	260			8	2,8			2,5	0					2.887,6	1606	1.281,6
Lauro de Freitas			2486	329	1	0					0	4	0	45			2.865,0	378	2.487,0
Mauá			2650	0													2.650,0	250	2.400,0
Simões Filho			2486	66,1													2.552,1	66,1	2.486,0
Curitiba			2343,7	0	90	0	23	0									2.456,7	1299,6	1.157,1
Natal	129	0	2	2117									110	0			2.358,0	2358	0,0
São Luís			2275	0									10	0			2.285,0	1585	700,0
Brasília	1891	0					328	0	17	0		0					2.236,0	5800	-3.564,0
Itaquaquecetuba			2225	0													2.225,0	225	2.000,0
Paulínia	62	0	2000	0													2.062,0	62	2.000,0
Artur Nogueira			2000	28													2.028,0	28	2.000,0

Item Geográfico	VERSÃO PRELIMINAR													Total destinado	Total coletado	Diferença entre o total coletado no município e o total destinado			
	Aterro controlado, este município	Aterro controlado, d 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 compostagem, este município,	Unidade de compostagem, outro município,	Incineração, este município,	Incineração, 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 município,	Vazadouro em áreas alagadas, este município,	Vazadouro em áreas alagadas, outro município,
Engenheiro Coelho			2000	7													2.007,0	7	2.000,0
Butiá			2000	6,2													2.006,2	6,2	2.000,0
Timbaúba												2000	0				2.000,0	2000	0,0
Almeirim	1732	0										89	0				1.821,0	1821	0,0
Porto Alegre	350	0	0	1165,2		150	0			150	0						1.815,2	2703,8	-888,6
Maceió	700	0												1080	0		1.780,0	1780	0,0
São Bernardo do Campo			0	1590	0	4				0	6						1.600,0	1600	0,0
Belém			1551,1	0													1.551,1	971,1	580,0
Campos dos Goytacazes	1300	0					0,9	0		17	0						1.317,9	1300	17,9
Itapevi			1307,8	0													1.307,8	107,8	1.200,0
São Gonçalo	1200	0						3	0	30	0						1.233,0	1200	33,0
Campo Grande	1223	0															1.223,1	1223,1	0,0
Goiânia			1193,5	0						5,1	0						1.198,6	1197,5	1,1
Santos			1170	0						8	0						1.178,0	1170	8,0
Camaçari			1164,3	0													1.164,3	474,3	690,0
Nova Iguaçu			511,4	637,8													1.149,2	511,4	637,8
Vila Velha			400	700													1.100,0	400	700,0
Cariacica			1042,4	0													1.042,4	1042,4	0,0
Guatapar			1002	0													1.002,0	2	1.000,0
Ermo			0	1000													1.000,0	1000	0,0
																	142.249,2	62.521,50	79.727,7

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2010a)

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, constantes na "Tabela 110" da pesquisa, é igual a 228.413 t/d; 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, em 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: Elaborado a partir de IBGE (2002).

Portanto, para o presente 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 e a 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: Elaborado a partir de IBGE (2002, 2010a)

Considerando somente 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, que não foi contabilizado na pesquisa. Nesse segundo caso pode ter ocorrido de uma unidade de destinação (unidade de compostagem ou unidade de triagem, por exemplo) que recebeu resíduos coletados encaminhar 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

Porém, quando se analisa essa tabela pelas regiões observa-se que o erro torna-se muito maior. 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 do 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 tem se verificado o encaminhamento dos resíduos coletados para

⁶ Problema semelhante foi identificado no Panorama do Saneamento Básico no Brasil - Vol 2 do Ministério das Cidades (2010), 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 esse documento, o erro pode ter como causa omissão quanto à existência de outra unidade de processamento ou então a massa rejeitada numa 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 recebidos outros tipos de resíduos que não esses.

destinação em outro município, geralmente, 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, para os anos 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: Elaborado a partir de IBGE (2002, 2010a)

Em uma análise geral, a quantidade de resíduos encaminhados para destinação final aumentou, em média, 35% em um intervalo de 8 anos. Quanto à distribuição por estrato populacional somente os municípios de grande porte apresentaram redução significativa do total de resíduos encaminhados para um destino final.

Comparando os valores da Tabela 22 (ano 2000) e da Tabela 23 (ano 2008) vê-se a diferença entre a quantidade coletada e a encaminhada para destino final para os municípios que destinavam mais de 1000 t/d entre os anos 2000 e 2008. Pela Tabela 22, pode-se observar que os municípios de médio e grande porte 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.

Tabela 22: Municípios que recebiam nos destinos finais mais que 1.000 t/d de resíduos (2000)

Município	População urbana	Quantidade coletada de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (t/d)	Total 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: Elaborado a partir de IBGE (2002)

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

Tabela 23: Municípios que recebiam nos destinos finais mais que 1.000 t/d de resíduos (2008)

Município	População	Quantidade coletada de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos (t/d)	Total 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
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
Guataporá	4.690	2,00	1.002,00

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2010a)

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 a Figura 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: Elaborado a partir de IBGE (2002, 2010a)

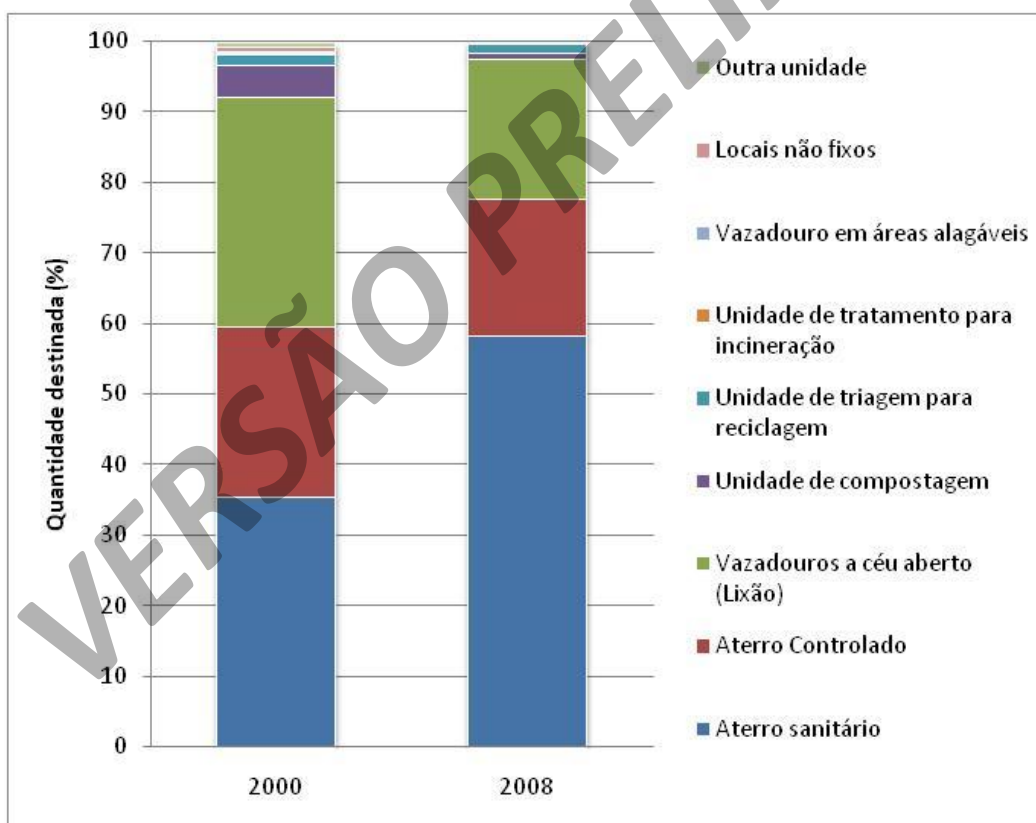


Figura 2: Destinação dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos, por quantidade.

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2002, 2010a)

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 Figura 3 mostra a distribuição percentual referente a essa tabela.

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

Destino Final	Número de municípios		Percentual de municípios*	
	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		

*A soma das porcentagens é maior que 100%, pois um mesmo município pode ter mais de uma forma de destinação final para seus resíduos.

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2002, 2010a)

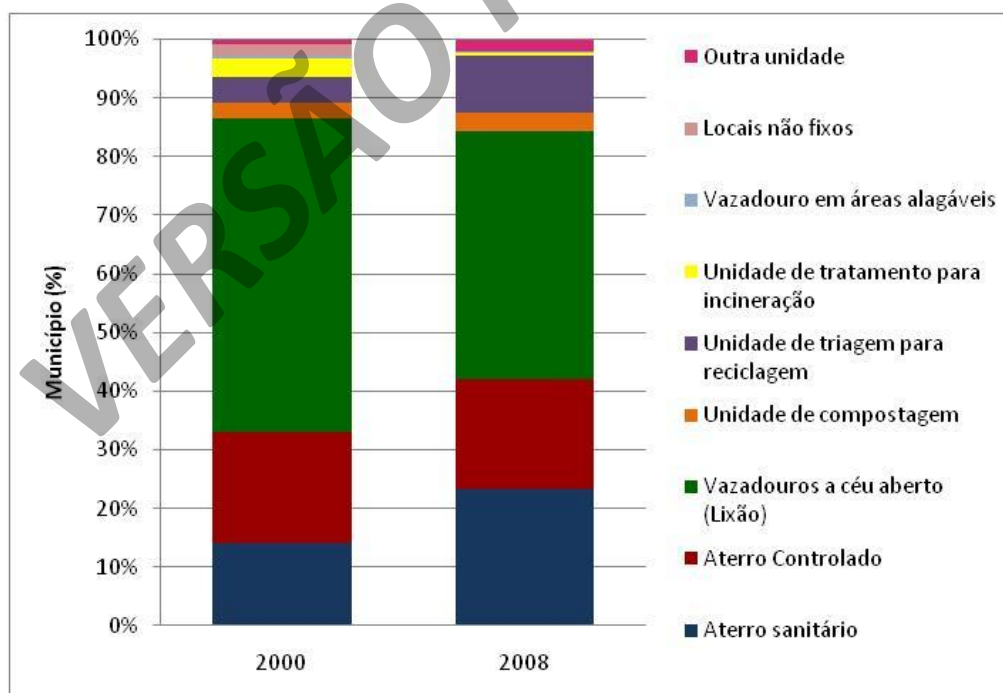


Figura 3: Destinação dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos, por número de ocorrência

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2002, 2010a)

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 (Ministério das Cidades, 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 integralmente 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 aos 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, esse valor aumentará para 20,4%.

Nas próximas seções serão analisadas mais detalhadamente as diferentes formas de destinação final para os RSU, 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 o 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 maior 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 conjuntamente.

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

Tabela 26: Reciclagem de alumínio

	Unidade	2005	2006	2007	2008
Resíduo reciclado	mil t	301,0	370,0	340,0	412,0
Latas recicladas	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: Elaborado a partir de ABAL (2011), DATASUS (2011), MME (2010a)

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). Nesse 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 Ministério de Meio Ambiente e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. 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, normalmente, 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	mil t	8.125	8.544	8.853	9.405
Resíduo interno às usinas	mil t	2.470	2.597	2.691	2.859
Resíduo industrial	mil t	2.486	2.614	2.709	2.878
Resíduos de obsolescência	mil t	3.169	3.332	3.453	3.668
Automobilístico	mil t	1.014	1.066	1.104	1.390
Bens de capital	mil t	866	910	943	991
Construção civil	mil t	447	470	487	629
Utilidades domésticas	mil t	275	290	300	347
Embalagens	mil t	224	235	244	97
Outros	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%	N/D

Fonte: Elaborado a partir de DATASUS (2011), MME (2010a), Vasques (2009)

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 maior taxa de recuperação de resíduos, conforme Tabela 28, embora isso 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	mil t	3.437,80	3.496,50	3.642,50	3.827,90
Embalagens recicladas	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*	%	68,2%	67,8%	68,1%	66,5%

* Estimada a partir das aparas recicladas de papel Kraft e de papelão ondulado

Fonte: Elaborado a partir de Bracelpa (2009)

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. Entretanto, os vários polímeros têm comportamentos bastante diferentes. 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	mil t	860,0	914,0	962,0
Industrial	mil t	335,4	402,2	375,2
Pós-consumo	mil t	455,1	511,8	592,0
PEAD	mil t	51,9	N/D	72,0
PEBD	mil t	89,9	N/D	112,0
PET	mil t	244,4	N/D	289,0
PP	mil t	32,6	N/D	53,0
PS	mil t	18,4	N/D	31,0
PVC	mil t	9,7	N/D	22,0
Outros	mil t	77,6	N/D	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%	N/D	10,9%
PEBD	%	16,5%	N/D	19,5%
PET	%	49,3%	N/D	53,1%
PP	%	3,1%	N/D	4,4%
PS	%	6,4%	N/D	8,8%
PVC	%	1,4%	N/D	2,7%

Fonte: Elaborado a partir de Abiplast (2010), ABIQUIM (2008), DATASUS (2011), Plastivida (2005, 2008)

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

Tabela 30: Reciclagem de vidro

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

Fonte: Elaborado a partir de MME (2010b), Abrelpe (2010)

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).

A Figura 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 conjuntamente 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 possuem taxas de reciclagem de mesma ordem de grandeza, acima de 35%; por outro lado, plástico e vidro alcançam valores próximos a 20%. Todavia, caso esse 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 esses materiais são de difícil reciclagem, como é o caso do vidro automotivo.

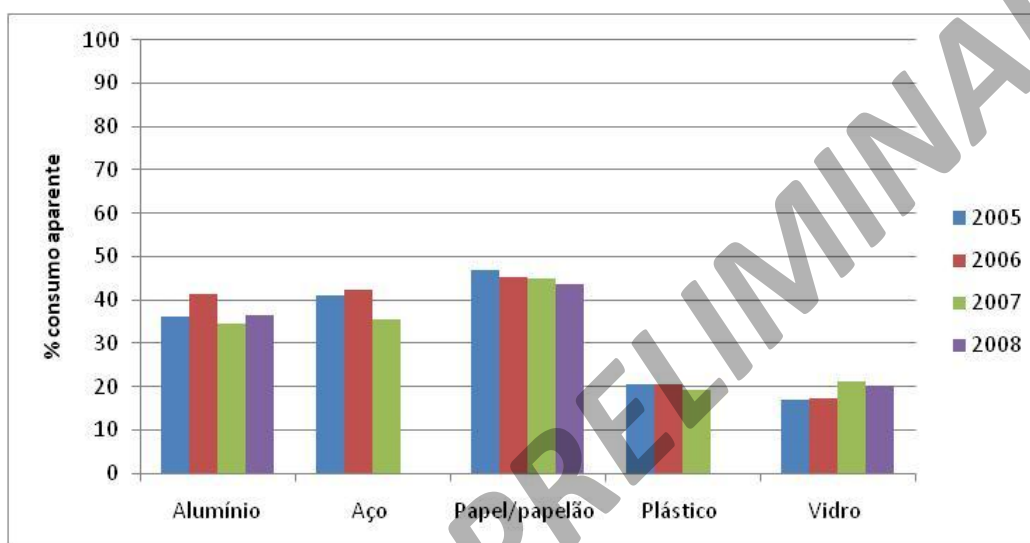


Figura 4: Taxa de reciclagem de diferentes materiais

Fonte: Tabelas 26, 27, 28, 29 e 30

Na Figura 5, todavia, são apresentadas as taxas de reciclagem estimadas para diferentes embalagens. Neste gráfico não foram apresentados dados para plástico pela dificuldade de se identificar fontes consistentes que apresentassem a quantidade de embalagens recicladas. Este gráfico mostra um melhor desempenho do papel/papelão, seguido pelo alumínio e vidro. Na comparação entre a Figura 4 e a Figura 5, o aço é o único material que apresenta certa redução das taxas de reciclagem, o que sugere que a reciclagem pré-consumo e a reciclagem de resíduos pós-consumo sem ser de embalagens têm uma importância maior do que as embalagens.

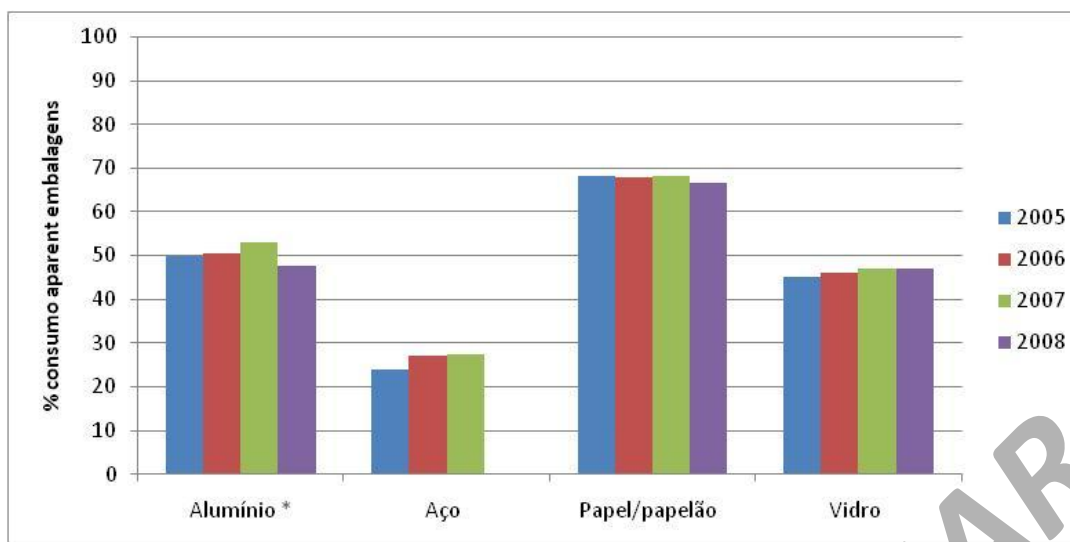


Figura 5: Taxa de reciclagem de embalagens

* 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

Fonte: Tabelas 26, 27, 28 e 30

5.2 Compostagem

5.2.1 Situação no Brasil

Apesar dos 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 separadamente, acaba sendo encaminhado para disposição final juntamente com os resíduos perigosos e com aqueles que deixaram de ser coletados seletivamente. Essa 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 12.305/2010, em seu Art 3º, inciso VII considera a compostagem como uma forma de destinação final ambientalmente adequada de resíduos. Cabe destacar que essa mesma lei estabelece como prioridade para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos (Art 9º) “a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.”

Dessa forma, apesar da Lei não explicitar a compostagem como um tipo de tratamento, ela assim será considerada neste trabalho. A

Tabela apresenta a situação das unidades de compostagem nos anos 2000 e 2008, tanto em relação à quantidade tratada como em número de municípios que dispõem de unidades de compostagem como forma de destinação dos resíduos.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 31: Número de municípios com unidades de compostagem e quantidade total de resíduos encaminhados para esses locais, em 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 próprio município em t/dia	
	2000	2008	2000	2008
Brasil	157	211	6364,5	1519,5
Estrato Populacional				
Municípios pequenos	139	190	529,8	497,2
Municípios médios	15	12	751,0	495,0
Municípios grandes	3	6	5083,3	527,7
Macrorregião				
Norte	1	3	5,0	18,4
Nordeste	17	3	112,5	13,0
Sudeste	70	110	5368,9	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. Essa redução foi mais expressiva na região Sudeste, que em 2000 tratava 5.368,9 t/d de resíduos e em 2008 passou a tratar 684,6 t/d.

Provavelmente, 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

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 6, a partir da média simples da composição gravimétrica de 93 municípios brasileiros, pesquisados entre 1995 e 2008⁸. De forma geral, a maior parte desses estudos apresentava a classificação em metal, papel/papelão, plásticos, vidro, orgânicos e outros.

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. Esse 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 agrônomo, pois os resíduos eram provenientes da coleta misturada, a separação nas esteiras não era eficiente a ponto de conseguir separar os resíduos orgânicos dos recicláveis e dos resíduos contaminantes e a localização da própria usina gerava muitas reclamações por parte da população.

⁸ Para este estudo, procurou-se utilizar estudos de todas as regiões do Brasil, sendo assim distribuídos: 12 da região Norte, 19 do Nordeste, 21 do Sudeste, 34 do Sul e sete do Centro Oeste. Como estratégia de garantir essa 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.

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: Elaborado a partir de IBGE (2010b) e trabalhos diversos cujas referências estão no anexo 2.

A Tabela 33 apresenta para o ano de 2008 a porcentagem de matéria orgânica tratada em relação ao total estimado coletado, utilizando como referência a composição gravimétrica média (Tabela 36) encontrada para o Brasil.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 33: Porcentagem de matéria orgânica tratada em relação ao total estimado coletado, em 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	1519,5	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

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 (vide Tabela), apenas 1,6% dos resíduos orgânicos são destinados para unidades de compostagem, sendo o restante encaminhado para outros destinos finais, destacando-se os lixões, aterros controlados e aterros sanitários. A

Tabela apresenta o número de municípios com unidades de compostagem por estado e no Distrito Federal.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 34: Número de municípios com Unidade de Compostagem por estado e no Distrito Federal, em 2008.

UF	Nº municípios com unidade de compostagem	% em relação ao número total de municípios
AL	1	1
AM	1	1,6
CE	1	<1
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
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, somente 14 possuem unidades de compostagem, sendo os estados que possuem 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 obter 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 11.445/2007 (Saneamento Básico) e 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 coloca como atribuição do titular dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos a compostagem dos resíduos sólidos orgânicos (MMA, 2010).

Importante destacar comentário do MMA (2010) com relação aos objetivos estratégicos para a implantação de unidades de compostagem. Esse 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 assim resumidos:

- O governo e administração local buscam alternativas que desviem a maior quantidade possível de resíduos dos aterros sanitários;
- As universidades e centros de pesquisa preocupam-se na proposição de novos modelos de gestão, no desenvolvimento ou melhoramento de tecnologias e também na avaliação da qualidade do composto produzido;
- As organizações não governamentais buscam divulgar boas práticas de gestão de resíduos sólidos e criar oportunidades de emprego;
- As empresas privadas ficam atentas às oportunidades de mercados e ao lançamento de novas tecnologias e produtos no intuito de aumentar seus ganhos; e
- As agências reguladoras ficam responsáveis pelo estabelecimento de 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. Isso significa dizer que a maioria dos projetos tem muitas metas (solucionar o problema da quantidade crescente de resíduos que é encaminhado 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 somente os destacados por Ali, como 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. Essa 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. Essas normas geralmente 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. Esses 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 acima 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 Européia - 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 progressivamente a quantidade de resíduos orgânicos dispostos nos aterros sanitários também é uma meta estabelecida por essa diretiva.

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

De acordo com Massukado (2008), a coleta seletiva dos resíduos orgânicos existe em muitos países europeus, como por exemplo, a Áustria, Alemanha, Grécia, Luxemburgo e Holanda. Esse fato se deve, principalmente, pela política européia de separação de resíduos na origem. Mas ainda existem diferenças na quantidade de resíduos orgânicos coletados seletivamente. Enquanto na Áustria e na Alemanha mais de 75% dos resíduos orgânicos são coletados seletivamente e encaminhados para a compostagem, na Grécia, Irlanda e Inglaterra esse percentual é inferior a 10%. Em alguns países europeus, como a Finlândia, Holanda e Itália, a coleta separada da fração orgânica dos resíduos é realizada em sacolas biodegradáveis que são compostadas juntamente 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 a 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 50 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 748/84. 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 Européias, houve um aumento na quantidade de usinas, passando-se para 25 (BARRIOS et al., 2004). Essa mudança foi também consequência da legislação da Catalunha que obriga a coletar separadamente a fração compostável dos resíduos sólidos urbanos em cidades com mais de 5000 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, atualmente, vários países europeus como Alemanha, Áustria, Itália, Dinamarca entre outros, já possuem normas para certificar a qualidade de composto de lixo. Para possuir esse 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 onde o resíduo foi gerado. O objetivo é melhorar não só a gestão dos resíduos sólidos nesses países, a partir de iniciativas locais da comunidade, como também a qualidade da população.

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

- Escassez de parceria com governos: parcerias têm se mostrado extremamente necessárias para o sucesso dos projetos de compostagem. Geralmente 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 na forma de terra ou pagamento por tonelada processada são partes importantes do negócio.
- Deficiência de recursos humanos qualificados: as atividades em compostagem são realizadas por diferentes organizações que, dependendo da natureza, são excelentes no processo, outras em marketing do composto e algumas em campanhas ambientais. Porém, as experiências de compostagem 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, principalmente 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 toneladas de resíduos orgânicos.

VERSÃO PRELIMINAR

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	1070	2210
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	2500	5000
Receita anual venda composto ³ (US\$)	8.640,00	28.800,00	57.600,00
Número de plantas necessárias	50	15	7

¹Não inclui o custo da terra ou 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.

Fonte: adaptado de Enayetullah e Maqsood (2001)

Portanto, para a cidade de Khulna seria possível produzir 37,5 t/d de composto caso 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 resíduos sólidos urbanos, 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. Alternativamente, a Tabela 39 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 feito 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 esse motivo, optou-se por adotar apenas uma composição gravimétrica média para o país como um todo. Ainda como estratégia de garantir essa 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 desta tabela, optou-se por ignorar o valor apresentado na edição de 2008 da PNSB e adotou-se a mesma quantidade apresentada na seção 4. Esta decisão foi devida à inconsistência encontrada na pesquisa do IBGE. Segundo a versão eletrônica deste relatório, no Brasil seriam coletados anualmente 183.488 t/dia de RSU 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 RSU 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/dia de resíduos em 2008, e uma extrapolação dos dados do SNIS para esse mesmo ano indicam uma quantidade próxima de 165 mil t/dia (MCidades, 2010). 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 t/dia	2008 t/dia
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: Elaborado a partir de IBGE (2010a) e trabalhos diversos apresentados no Anexo A.

A Lei 12.305/2010 considera, em seu Art 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.

Infelizmente, no Brasil, não se pode dizer que os aterros sanitários – locais de disposição ambientalmente adequada - recebam somente 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 -, pois eles 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 somente lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

Tabela 36: Quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição em solo, considerando somente 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

Pela 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 porte tiveram acréscimos significativos, 370% e 165%, respectivamente, na quantidade de resíduos encaminhada para disposição em aterros sanitários. Esse 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 aproximadamente 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 praticamente quadruplicaram a quantidade em relação a 2000.

As figuras 7 e 8 representam graficamente os dados da Tabela 36.

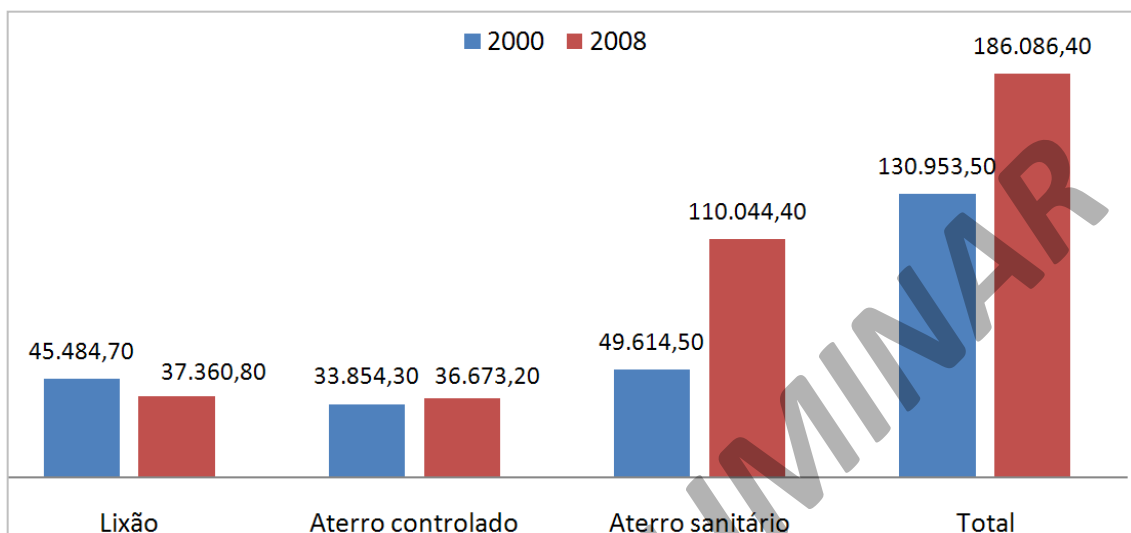


Figura 1: Quantidade (t/d) de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição no solo.

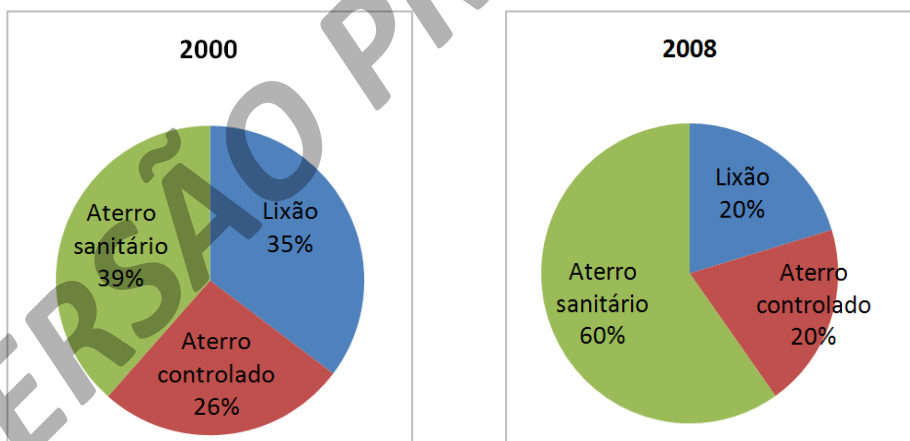


Figura 8: Distribuição do percentual resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição no solo, em 2000 e 2008

Apesar da quantidade de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos destinados para aterros sanitários ter aumentado significativamente (120%) entre 2000 e 2008, ainda temos 74.034 t/d de resíduos com disposição inadequada, seja em lixões ou aterros controlados. Em relação às macrorregiões, a Figura 9 apresenta a distribuição percentual em cada região da disposição final dos resíduos coletados.

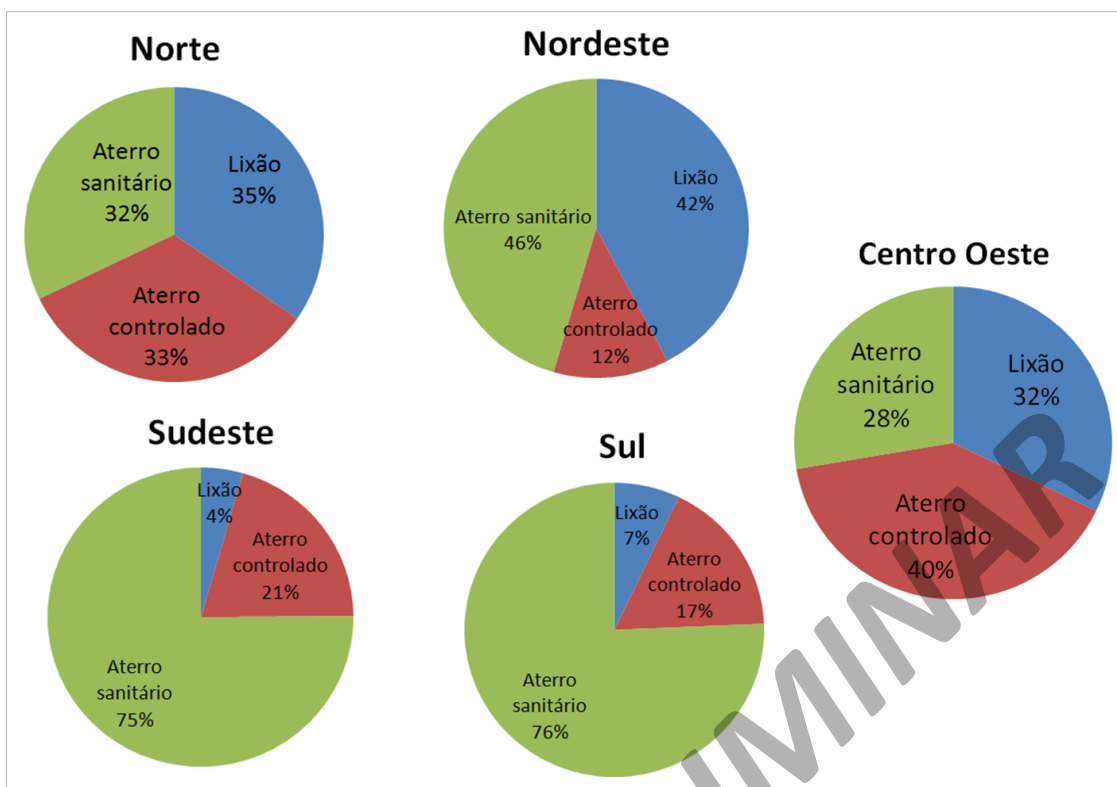


Figura 9: Distribuição do percentual resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos encaminhados para disposição no solo, em 2008, nas macrorregiões do Brasil.

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

A

Tabela resume o número de unidades de destino de resíduos considerando somente disposição no solo em lixão, aterro controlado e aterro sanitário.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 37: Número de unidades de destino de resíduos considerando somente 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	4507	2.863	1096	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	2273	1655	142	116	77	157
Sudeste	1040	317	475	807	463	645
Sul	584	197	466	256	280	805
Centro-Oeste	315	349	104	86	92	71

Fonte: IBGE (2000; 2008) Tabela 92 (2008) e Tab 109 (2000)

Nota: 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, médio e grande porte reduziram o número de lixões, sendo que a quantidade de novos aterros sanitários praticamente dobrou 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. As Figuras 10 e 11 apresentam esses dados em forma de gráfico.

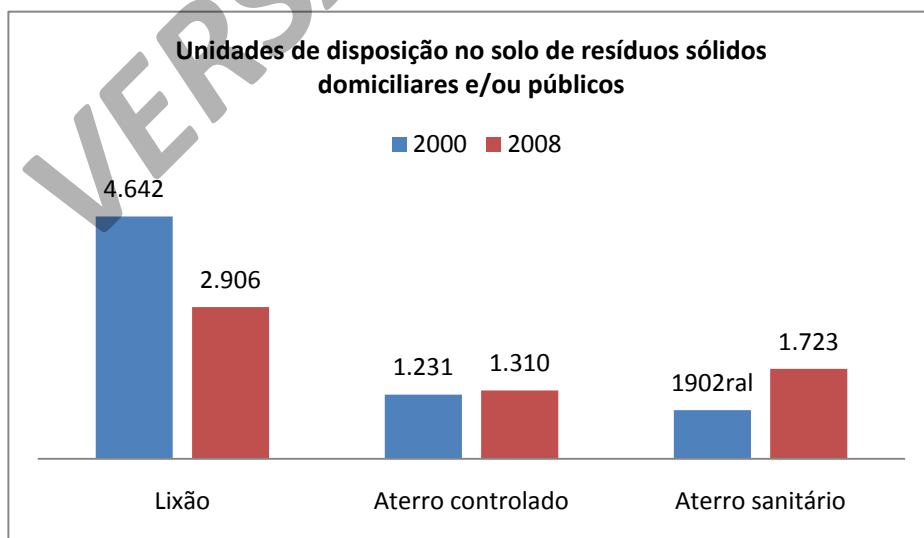


Figura 10: Distribuição percentual das unidades de disposição no solo, em 2000 e 2008

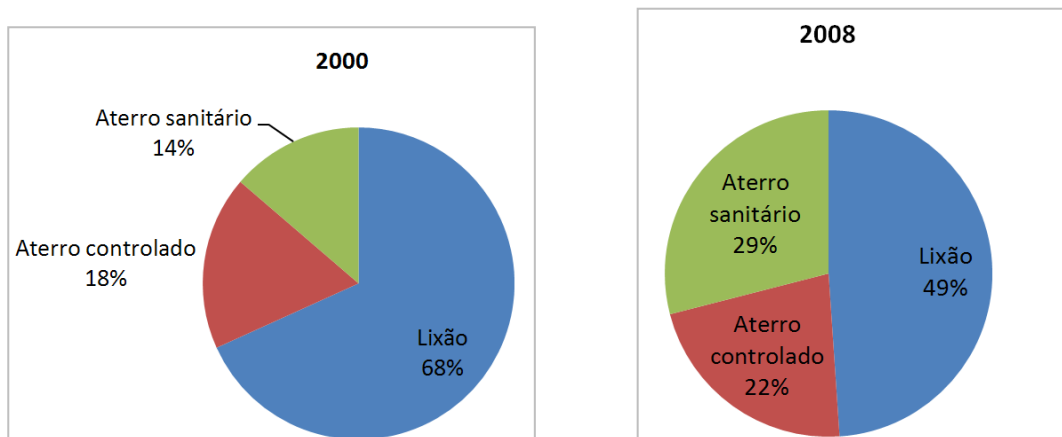


Figura 2: Comparação da quantidade de unidades de disposição no solo de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos, em 2000 e 2008.

Além das informações obtidas na base do Banco Multidimensional de Estatística 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 (2011), no qual constam as metas de curto, médio e longo prazo 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. Esse documento propõe como indicador para essa 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 .

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

A

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

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 39: Número de municípios que têm lixões e quantidade total de lixões existentes, no Brasil e nas macrorregiões.

Unidade de Análise	Nº municípios	População urbana	Lixões como unidade de disposição no solo, em 2008		Municípios com presença de lixões, em 2008	
			Quantidade	%	Quantidade	%
Brasil	5565	160.008.433	2906	52,2	2810	50,5
Norte	449	11.133.820	388	86,4	380	84,6
Nordeste	1794	38.826.036	1655	92,3	1598	89,1
Sudeste	1668	74.531.947	317	19,0	311	18,4
Sul	1188	23.355.240	197	16,6	182	15,3
Centro Oeste	466	12.161.390	349	74,9	339	72,7

Pela

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela verifica-se que, no Brasil, há um número maior de lixões do que a quantidade de municípios com esse tipo de disposição. Isso 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 2014⁹. 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 exercera 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.”

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 1280 lixões restantes. Dessa 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 1641 municípios com lixões. Isso significa que em 2 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, o Nordeste 46%, Norte 32%, Sul 30% e Sudeste 26%.

Cabe dar destaque que, para 2008, a publicação “Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil” (ABRELPE, 2008), identificou 1647 municípios com a presença de lixões¹⁰, diferindo em 1.163 municípios em relação ao dado da PNSB 2008. Isso pode ter ocorrido em função da 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 RSU no Brasil. Para isso, ele foi estruturado a partir da visão das etapas desta gestão, sendo os indicadores separados para cada uma delas. Apesar de didática, essa estrutura dificulta a avaliação do desempenho dos diferentes materiais recicláveis.

⁹ Lei 12.305/2010 “Art. 54. A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei”.

¹⁰ No documento do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil (2007) a quantidade de municípios com presença de lixão é a mesma que em 2008. Isso significa que no intervalo de 1 (um) ano não houve erradicação de lixão.

Como forma de contribuir para uma visão de acordo com os diferentes materiais, outra organização é adotada nesta seção. Embora tenha se tentado manter a maior 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 ao ano de 2008.

Os gráficos apresentados nesta seção têm como ponto de partida, novamente, o consumo aparente dos materiais, apesar das limitações já explicitadas na seção 3. As informações apresentadas resumem, a partir de outra organização, dados apresentados ao longo do relatório. Essas informações são separadas naquelas que foram 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 destas informações.

Na Figura 12, 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 Tabela e 35¹¹.

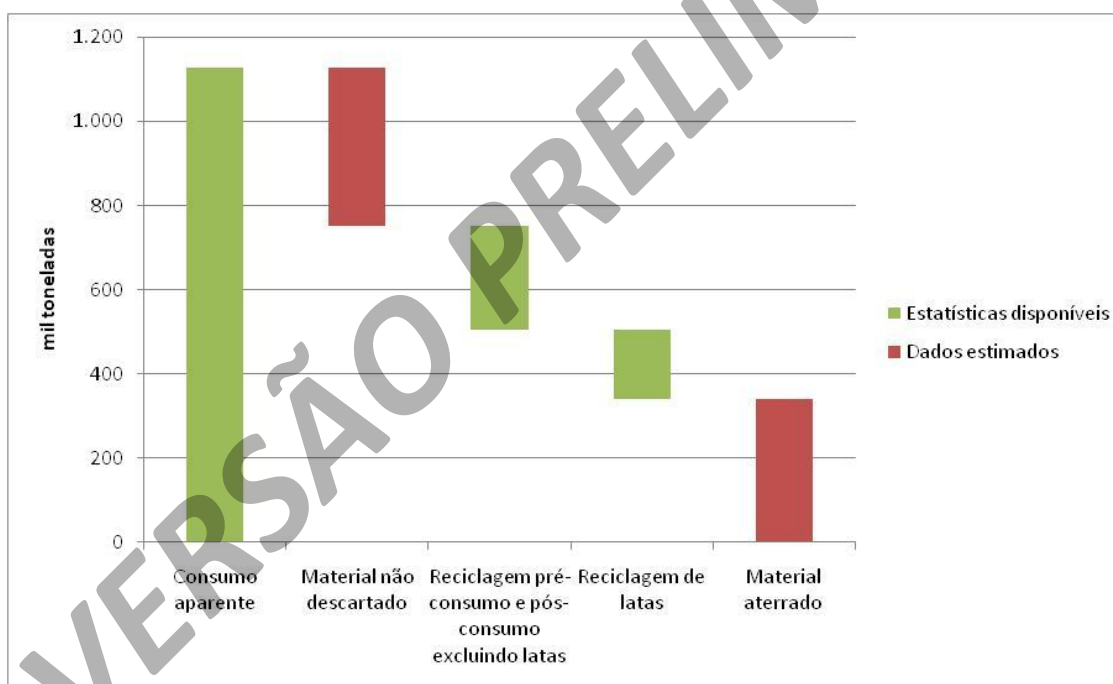


Figura 12: Fluxo do alumínio (2008)

Fonte: Elaborado a partir de ABAL (2008), ABRELPE (2010), IBGE (2010a) e MME (2010a)

¹¹ A PNSB apresenta os dados estimados em toneladas diárias. Esta informação precisou ser convertida para mil toneladas anuais para que fosse comparável aos demais indicadores. Para isso, considerou-se que os serviços de coleta ocorreriam nos municípios seis dias por semana (excluindo os domingos). Dessa forma, ao invés de se multiplicar a quantidade diária por 365 dias para se calcular a quantidade anual, adotou-se o valor de 312,9 como multiplicador.

Este 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 com a 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 na 13, mostra uma maior quantidade 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 disso, os dados mostram outra escala de indústria, com um consumo aparente cerca de 20 vezes maior do que o do alumínio. As estatísticas são melhor 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 são mais facilmente coletados pela rede de ferros velhos existente no país.

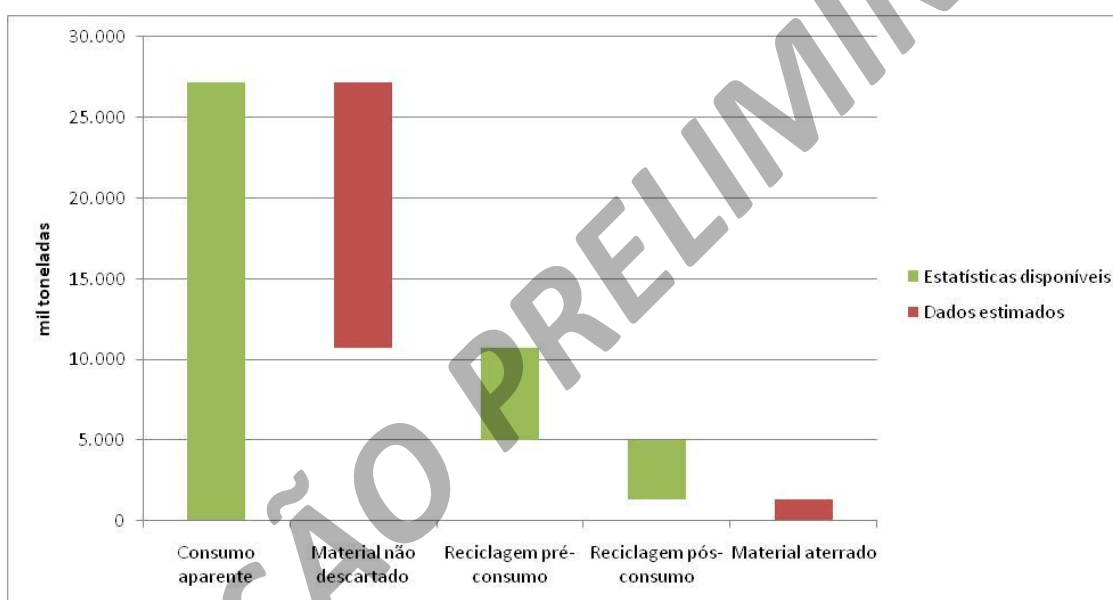


Figura 13: Fluxo do aço (2008)

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2010a), MME (2010a) e Vasques (2009)

Os dados coletados para papel/papelão apresentados na 14 precisam ser considerados com cautela. As diferentes fontes de informação mostram uma elevada inconsistência, com a quantidade estimada de papel descartado e reciclado sendo superior ao consumo aparente do país. Devido a essa 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 14, foram utilizadas as informações apresentadas na Tabela 6, Tabela 16 e Tabela 28. Segundo essas informações, a participação dos programas oficiais (com participação ou não de catadores) para a reciclagem seria muito baixa, sendo a maior parte do material secundário resultante da reciclagem de aparas pré-consumo ou material obtido com a coleta informal¹².

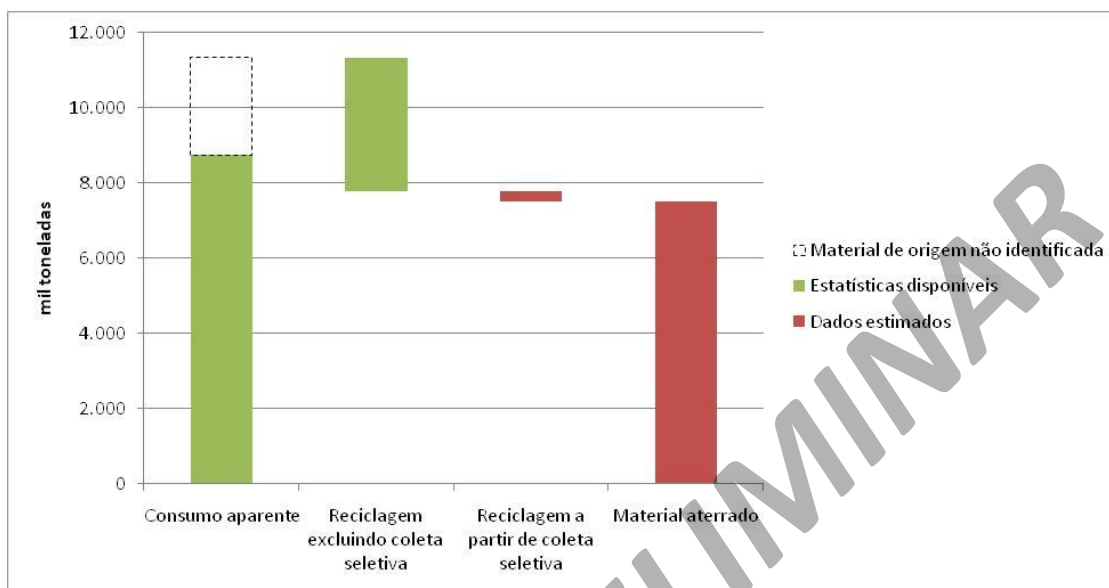


Figura 14: Fluxo de papel e papelão (2008)

Fontes: Elaborado a partir de Bracelpa (2010), IBGE (2010a), MCIDADES (2010)

A análise do plástico, apresentada na Figura 15, 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 dessa inconsistência, o gráfico demonstra a pequena taxa de reciclagem do plástico, tanto pré-consumo, quanto pós-consumo. Ele também aponta para a importância da coleta informal de plástico, que teria uma contribuição equivalente àquela dos programas de coleta seletiva desenvolvidos pelos governos locais¹³.

¹² Não foi possível estimar a contribuição dos programas de coleta seletiva para a reciclagem de alumínio e de aço, pois o 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 ao ano de 2007 e os dados de disposição final dizem respeito a 2008. Apesar dessa imprecisão, levando em consideração 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.

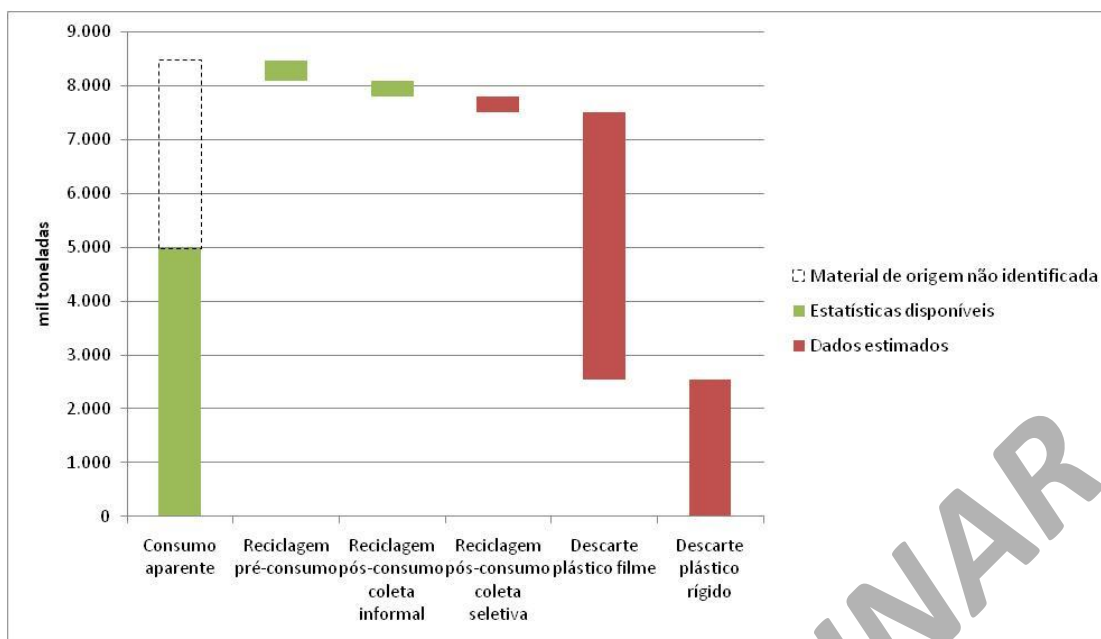


Figura 15: Fluxo do plástico (2007-2008)

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2010a), ABIPLAST (2010), PLASTIVIDA (2008), MCIDADES (2010)

Finalmente, a 16 apresenta os dados levantados para o vidro. Assim como no caso do plástico e papel, existem inconsistências entre a quantidade estimada de vidro descartado e o consumo aparente deste material. Os dados disponíveis novamente 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.

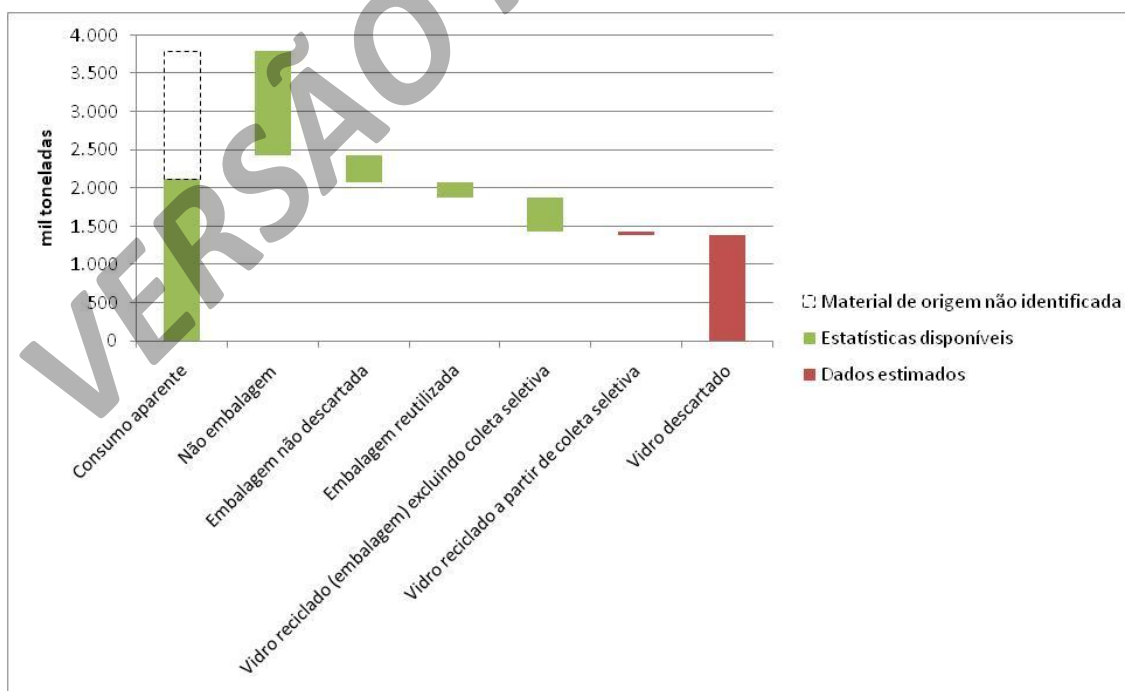


Figura 16: Fluxo do vidro (2008)

Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2010a), MME (2010b).

7 Aspectos econômicos da gestão dos RSU

7.1 Algumas questões gerais

Nesta seção, busca-se apresentar alguns itens relacionados à economia da gestão dos RSU. Como essa questão não é abordada de forma detalhada pela PNSB, os dados apresentados foram todos retirados dos estudos realizados pelo Ministério das Cidades (2010).

Devido à sua complexidade, a gestão dos RSU pode representar despesas significativas para os governos locais. Esta despesa tende a variar dependendo das características do município (tamanho, relevo, distância até o local de disposição final) e da qualidade do serviço prestado (coleta seletiva de materiais recicláveis, coleta de resíduos volumosos, frequência da coleta e da varrição etc.). Todavia, o tamanho da amostra e a qualidade dos dados apresentados pelo SNIS não permitem uma avaliação qualitativa muito aprofundada, devendo algumas dessas 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. Esse valor também é verificado para a amostra dos municípios médios e grandes, sendo porém um pouco inferior nos municípios pequenos (4,2%) (MCidades, 2010).

A Tabela 40 apresenta os valores médios das despesas com os serviços de manejo de RSU para o ano de 2008. Na pesquisa, há uma série de municípios cuja gestão dos RSU é compartilhada por agentes públicos e agentes privados. Como 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 pelo outro. Por esse 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 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

Nota: Os índices foram calculados utilizando a população urbana do município

Fonte: Elaborado a partir de MCidades (2010)

As informações obtidas mostram um aumento das despesas de acordo com o tamanho dos municípios. Essa tendência, a 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 nas cidades grandes é feita com maior frequência do que nas cidades pequenas. Por outro lado, 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 esse comportamento poderiam ser uma maior 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 a confirmação dessa tendência, assim como no caso anterior, recomenda-se a realização de estudos específicos.

De forma a complementar as informações sobre despesas com manejo de RSU, a 1 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 primeiro as informações de todos os municípios e, depois, separando aqueles cuja coleta é exclusivamente pública ou exclusivamente privada.

Tabela 41: Despesas com serviços de coleta de RSU (2008)

Unidade de análise	Amostra total (agentes públicos, privados e 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

Nota: Os índices foram calculados utilizando a população atendida pela coleta

Fonte: Elaborado a partir de MCidades (2010)

Os dados da amostra obtida junto ao SNIS sugerem uma predominância de agentes públicos na coleta nos municípios pequenos, e de agentes privados em municípios médios. Já no caso dos 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 cara do 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 do que as despesas com agentes públicos. Da mesma forma que no caso da gestão dos RSU, essas tendências deveriam ser avaliadas a partir de pesquisas mais aprofundadas.

7.2 A cobrança pela coleta de resíduos

Conforme mencionado anteriormente, a gestão dos RSU, 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. Normalmente “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 esses recursos tenham a utilização prevista originalmente.

Além de gerar receita, a cobrança pelos serviços poderia servir como meio de 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 RSU. Além disso, o custo marginal é inexistente; gerando ou não resíduos as pessoas pagam o mesmo valor. Existem importantes críticas a esse 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 & Ruston, 1990).

Nesse sentido, há muitos que defendem não apenas a cobrança pelos serviços de coleta de resíduos, mas a cobrança na forma de tarifa. Uma vez que ela não apenas é mais transparente sobre o uso do dinheiro, como também tem a capacidade de induzir uma menor geração de resíduos, no caso de se aplicar a cobrança progressiva pela geração de resíduos (T. Magalhães, 2009).

Com esse objetivo, diversos países, como: 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 & Hanley, 1995). Esta cobrança, usualmente, é feita apenas para os resíduos que são encaminhados para aterros ou incineradores, enquanto que 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.

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

peças socializarem os custos da gestão de seus resíduos é grande, como ocorre no caso da cobrança de água em edifícios, em que a 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). Nesse sentido, o imposto deve ser adotado para financiar atividades que não podem 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. Dessa 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” (Meirelles, 2001, 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, se daria pela obrigatoriedade da utilização. Uma vez que “a taxa é impositiva para todos quantos possam usufruir tais serviços, ainda que não o desejem” (Meirelles, 2001, 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” (Meirelles, 2001, p. 151). Santos (1998) diferenciou, de uma forma resumida, taxa e tarifa pelo fato da 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 somente por quem a utiliza.

Com relação às experiências brasileiras, uma das estratégias de estimular a criação de sistemas de cobrança foi a Lei 11.445/2007, que definiu a possibilidade de remuneração pela cobrança dos serviços de saneamento básico, incluindo limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, na forma de taxas, tarifas e outros preços públicos. Como forma de 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, o peso ou o volume médio coletado por habitante ou domicílio (Brasil, 2007).

Conforme apresentado na Tabela 2, 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 junto ao Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU), 129 (5%) por taxa específica, 13 (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 disso, 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: Elaborado a partir de IBGE (2002, 2010a)

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, sendo que 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. No ano de 2008, dos 152 municípios que responderam ao SNIS que realizavam algum tipo de cobrança pelo serviço de gestão de RSU, apenas 19 (12,5%) apresentaram resultado positivo, sendo todos os demais deficitários (MCidades, 2010). Esta realidade indica a necessidade de melhorar os sistemas de custeio e cobrança pelos serviços de gestão de RSU.

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. Primeiramente, 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 criar e divulgar 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 essa avaliação; já a pesquisa da Abrelpe trabalha somente com o indicador “Despesas municipais anuais com coleta e demais serviços de limpeza urbana”, sendo que os demais serviços de limpeza urbana compreendem, além das despesas com a destinação final dos RSU, 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. 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 os anos de 2003 a 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 dessas 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\$/t 15.205.220 para disposição final de resíduos em aterro controlado – o que claramente não está correto.

Como esperado, tem-se que o custo de disposição nos aterros sanitários é mais elevado que no aterro controlado que, por sua vez, é maior do que o despendido na operação de lixões.

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

Tabela 313: Evolução temporal do valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em lixões (R\$ correntes)

Valor contratual médio para disposição em lixões	2004		2005		2006		2007		2008	
	R\$/t	nº dados	R\$/t	nº dados	R\$/t	nº dados	R\$/t	nº dados	R\$/t	nº dados
Todas 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 (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010a)

Tabela 324: Evolução temporal do valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em aterro controlado

Valor contratual médio para disposição em aterro controlado	2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	R\$/t	nº dado	R\$/t	nº dado	R\$/t	nº dado	R\$/t	nº dado	R\$/t	nº dado	R\$/t	nº dado
Todas 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 (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010a)

Tabela 335: Valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em aterro sanitário, no período de 2003 a 2008.

Valor contratual médio para disposição em aterro sanitário	2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	R\$/t	nº dado	R\$/t	nº dado	R\$/t	nº dado	R\$/t	nº dado	R\$/t	nº dado	R\$/t	nº dado
Todas 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 (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010a)

Observa-se pela 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 à Prefeitura ou ao SLU. Por um lado, isso 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 do que aqueles operados pela Prefeitura. Outra hipótese é de que as Prefeituras ou SLU tem dificuldade 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, no período de 2004 a 2008. O ano de 2003 foi excluído devido ao número de municípios respondentes ser muito inferior aos demais anos. A Figura 17 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, no período de 2004 a 2008 (R\$/t)

Unidade de análise	Evolução do valor contratual médio para disposição de resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos em aterro sanitário, no período de 2004 a 2008 (R\$/t)				
	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 (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010a)

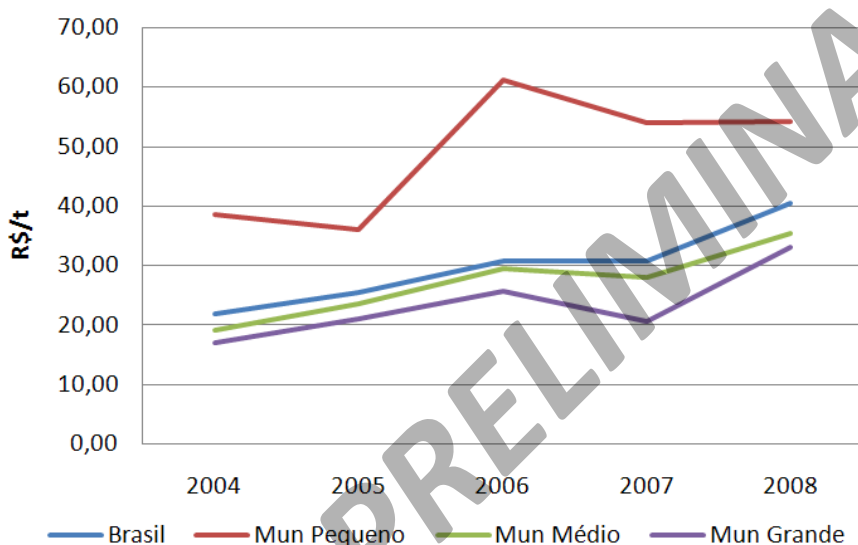


Figura 17: Custo médio da disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários considerando municípios de pequeno, médio e grande porte e Brasil.

A partir da análise da Tabela 46 e da Figura 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. 6017 de 2007, que regulamenta a Lei 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, através de ações conjuntas entre os entes consorciados.

Tornar-se membro de um consórcio público permite aos entes federativos, em especial aos municípios, buscarem soluções conjuntas para problemas que ultrapassam as fronteiras geográficas, de forma a racionalizar o modelo de gestão e otimizar os recursos necessários, através de 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 11.107/2005) prevê quatro possíveis formas de financiamento:

- a) receber recursos pelo fornecimento de bens ou prestação de serviços ao ser contratado exclusivamente por um ente consorciado;
- b) arrecadar receitas através de tarifas e preços públicos pela prestação de serviços ou, em casos específicos, pelo uso ou outorga de uso de bens públicos;
- c) receber receitas de contratos de rateio entre os entes consorciados, pelos quais os entes se comprometem financeiramente com as despesas do consórcio público; e
- d) receber recursos de entes não consorciados, através de celebração de convênios.

Batista (2011) identificou, para o Brasil, 20 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	Nº municípios consorciados	População urbana atendida¹
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
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	SP	2	35.189

Sanitário de Biritiba Mirim (CIPAS)

Consórcio Intermunicipal de Reciclagem e Compostagem de Lixo (CONLIXO)	RS	9	32.642
--	----	---	--------

Fonte: adaptado de Batista (2011)

¹Considerada a população do ano de 2008

A partir desse Quadro pode-se verificar que, dos consórcios identificados, 12 estão na região Nordeste, 4 no Sul e 4 no Sudeste. O estado que concentra maior número de consórcios públicos para resíduos é o Ceará, com 11 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 e os 10 municípios restantes são de médio porte. A população média atendida por consórcio é de 134.068 habitantes¹⁴ e foi identificado o valor médio de 9 municípios por consórcio, porém esse valor variou de 2 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; 16 em aterro controlado; 45 em aterros sanitários e 16 declararam outras formas de destinação (unidades de compostagem e unidades de triagem e reciclagem), considerando a PNSB 2008. Essas 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.

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 (CH₄) – gás que tem alto Potencial de Aquecimento Global (GWP, da sigla em inglês para Global Warming Potential) em gás carbônico (CO₂) (com GWP mais de 20 vezes mais baixo que o CH₄, segundo o IPCC). Além disso, esse 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 praticamente 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 anteriormente, 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

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

receber esses créditos, denominados Reduções Certificadas de Emissões ou RCEs¹⁵. Isto pode ocorrer mesmo em casos hipotéticos onde o fluxo de caixa dos projetos é atrativo.

Ainda assim, no Brasil, o aproveitamento de biogás é responsável por apenas pouco mais de 2% da capacidade instalada de geração de energia (3517 MW) entre os projetos no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL), o mecanismo de flexibilização previsto no Protocolo de Quioto que permite que 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, saímos do 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 14.073.000 toneladas de gás carbônico equivalentes (CO₂eq) em 21 anos ao gerar, de forma líquida, 654.000 MWh de energia elétrica neste período¹⁶. Seguiram projetos maiores, como o Projeto Bandeirantes de Gás de Aterro e Geração de Energia (capacidade instalada de 22 MW), com previsão de receber 7.500.000 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.

Pode-se gerar energia a partir de resíduos sólidos tanto do gás de aterro, a partir da decomposição anaeróbica dos resíduos orgânicos, papel e papelão, como pela 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 GEE (DIJKGRAAF; 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).

¹⁵ Uma RCE equivale a uma tonelada de CO₂ deixada de emitir ou ao equivalente da somatória dos GEEs convertidos para CO₂eq 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 desses gases.

¹⁶ Os DCPs (PDDs em inglês) de projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL ou CDM, em inglês), 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>>.

O biogás para aproveitamento energético, que pode ser proveniente não somente 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% CH₄, para 92% CH₄) 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 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 dessa 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 CH₄, 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 S.A (Eletrobrás) (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 nesse 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, especialmente 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 viabilizar essa. Em um futuro próximo, o aproveitamento energético de fontes como resíduo podem vir a se tornar uma obrigação, sem qualquer subvenção externa. Por outro lado, 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 CH₄ em relação ao CO₂. 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 leis e planos que visem o incentivo a esta 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 energeticamente, mas também aqueles que queimam o gás em flaires além do mínimo necessário. Como esperado, devido ao volume de resíduos gerados, na região sudeste ocorre o maior número 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)

Já na tabela 48, pode-se observar todos os projetos de MDL no Brasil envolvendo aproveitamento energético de gás de aterro. Na tabela verifica-se também, nos casos em que há dados disponíveis, que há grande variação entre projetos no que tange ao custo do investimento por unidade de potência instalada. Em termos de custo médio de geração, uma estimativa feita pela Arcadis Tetraplan sob encomenda do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD e do Ministério do Meio Ambiente (MMA) gerou um valor de custo médio de geração de R\$ 323 por MW produzido (PNUD et. al, 2010). A título de ilustração, foi expresso na tabela o país maior comprador ou beneficiário direto dos créditos gerados de cada projeto.

¹⁷ O 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 CH₄ para CO₂.

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 1000/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	1400	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		1071	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		1049	Reino Unido e Canadá
Projeto de Gas de Aterro TECIPAR – PROGAT	SP	6,5		87	
Corpus/Araúna – Landfill Biogas Project.	SP		6021	45	
CTR Candeias Landfill Gas Project	PE	5,25	4068	218	Espanha
Uberlândia landfills I and II	MG	2,8	4625	111	
Total de capacidade instalada para geração de energia em MW		108,55			

Fonte: UNFCCC apud UNEP (2011; www.cdmpipeline.org); Documentos de Concepção de Projeto, disponíveis no site www.mct.gov.br/clima e www.unfccc.int.

O estudo encomendado pelo PNUD e pelo MMA à Arcadis tetraplan estimou para 56 localidades brasileiras¹⁸ a produção de energia potencial, considerando a vazão de biogás no decênio 2010/2020. O resultado foi 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 Política Nacional de Resíduos Sólidos, deverá causar um ganho de escala que viabilize não só o aproveitamento de resíduos recicláveis de pequenos municípios, como também a emissão do gás de aterro como fonte de energia.

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, onde foram cortados os municípios com disposição inadequada dos seus resíduos ou com geração insuficiente dos mesmos. Também foram aplicados outros critérios técnicos de eliminação, como se os municípios pertenciam ou não a Regiões Metropolitanas ou Aglomerados Urbanos. Dentre os restantes optou-se por enviar questionários, sendo os municípios que não responderam aos questionários foram eliminados.

10 Considerações finais e recomendações

Este trabalho teve como principal objetivo descrever a situação da gestão dos RSU no Brasil, de forma a gerar subsídios para a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. A partir das análises feitas neste trabalho, serão propostas nesta seção iniciativas de duas naturezas diferentes.

Um primeiro aspecto que precisa ser considerado no que diz respeito à gestão dos RSU geral é sua viabilidade econômica. Conforme mencionado acima, apesar de ter havido um aumento dos municípios que cobram pelo serviço de gestão dos RSU, ainda é necessário que essa 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. Em primeiro lugar, 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. Nesse sentido, seria necessária a consolidação destes programas nas cidades de grande porte e sua expansão nas cidades de médio porte. Políticas federais nestes municípios teriam, possivelmente, uma maior eficiência do 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 junto aos órgãos de saneamento. Essa 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, ao invés 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. Nesse sentido, tais iniciativas deveriam extrapolar uma “política de resíduos sólidos” e ser entendidas como Políticas Integradas de Produtos (Berkhout & Smith, 1999; Commission of the European Communities, 2001; Rubik & Scholl, 1999). Nesse sentido, 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 & Bührs, 2009a, 2009b), mas ser tratadas conjuntamente por diferentes setores do governo e sociedade.

Esta 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 maior aprofundamento. Nesse 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 que 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 pelas entidades responsáveis pela gestão dos RSU, mas também os dados referentes à reciclagem disponibilizados pelos 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 recomenda-se:

- 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 dessas informações poder-se-á traçar metas progressivas mais reais para a compostagem.
- Se as metas tiverem que 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 inicialmente focando os resíduos orgânicos produzidos em grandes estabelecimentos (feiras livres, sacolões, supermercados, restaurantes etc).
- Complementar e aprofundar o estudo sobre as experiências bem sucedidas em compostagem em âmbito internacional, não somente no que diz respeito aos aspectos técnico-gerenciais, mas, principalmente, no que diz respeito às políticas públicas implantadas para incentivar o desenvolvimento da compostagem
- 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 terem dificuldade de implantar uma unidade de compostagem, por exemplo, de pequena capacidade para tratamento, em função das exigências dos órgãos ambientais que, muitas vezes, consideram os critérios estabelecidos para os grandes empreendimentos.

Quanto à meta de erradicação dos lixões, recomenda-se:

- Fortalecer, com aporte financeiro e apoio operacional, a formação de novos consórcios públicos para disposição dos resíduos;
- Priorizar os esforços na erradicação de lixões nos 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;

- Concomitantemente, trabalhar para que os municípios com aterros controlados façam o seu encerramento e iniciem a implantação de aterros sanitários;
- Incentivar a implantação de aterros sanitários de pequeno porte (ASPP), para os municípios que produzam até 20 t/d;
- 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 esse tipo de solução em municípios de maior porte que geram mais resíduos e que poderiam, por exemplo, dispor seus resíduos em ASPP descentralizados em seu território.

Quanto aos custos de disposição, recomenda-se:

- Aprofundar a coleta de dados primários referentes à implantação e operação de aterros sanitários e de aterros sanitários de pequeno porte;
- Incentivar que os municípios pequenos façam a disposição final dos resíduos por meio de consórcios, de forma a reduzir seus custos em função do ganho em escala.

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.

VERSÃO PRELIMINAR

Referências

- ABAL. (2008). *Relatório de Sustentabilidade da Indústria do Alumínio 2006/2007*. São Paulo: Associação Brasileira do Alumínio.
- ABAL. (2011). *Índice de reciclagem de latas de alumínio*. São Paulo: Associação Brasileira do Alumínio.
- Abiplast. (2010). *Perfil da indústria brasileira de transformação de material plástico*. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria do Plástico.
- ABIQUIM. (2008). *Anuário da indústria química brasileira: 2008*. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Química.
- Abrelpe. (2009). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2009*. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
- Abrelpe. (2010). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010*. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
- Alves, F. C. G., & Blauth, P. R. (1998). São Sebastião. *Coleta seletiva de lixo - experiências brasileiras 2* (p. 17-24). Rio de Janeiro: CISR - Centro de Informações sobre Resíduos Sólidos.
- Andrade, J. B. L. (2007). Olhar e transcendência sobre os resíduos sólidos na Amazônia. Apresentado em I Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, Porto Alegre.
- Andrade, J. B. L., & Schalch, V. (1997). Determinação da composição gravimétrica, peso específico e teor de umidade dos resíduos sólidos produzidos na cidade de Manaus. *Revista de Limpeza Pública*, (44), 27-30.
- Aquino Consultores e Associados LTDA. (1999). *Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares de Itabuna - MG*.
- Arruda, E. O., & et. al. (2003). Florianópolis. *Coleta Seletiva de lixo - experiências brasileiras 4* (p. 19-26). Rio de Janeiro: CISR - Centro de Informações sobre Resíduos Sólidos.
- Barreto, I. M. C. B. do N. (1997). *A composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e os indicadores de uma gestão sustentável*. Propiá: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH-SE.
- Barros Jr., C. R. G. T. C. (2002). Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Maringá – PR. Apresentado em XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Natal.
- Barros, R. T. V., Assis, C. M., Barros, E. L., & Santos, F. N. B. (2007). Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em municípios do Vale de Jequitinhonha (MG). Apresentado em 24º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental., Belo Horizonte: ABES.
- Berkhout, F., & Smith, D. (1999). Products and the environment: an integrated approach to policy. *European Environment*, 9(5), 174-185.
- Bianchi, O., Peresin, D., Schneider, Vânia E., Brandalise, R. N., Zattera, A. J., & Zeni, M. (2003). Índices de geração de resíduos poliméricos no município de Caxias do Sul através da caracterização física e composição gravimétrica. Apresentado em 7º Congresso Brasileiro de Polímeros, Belo Horizonte.

Bilitewski, B.; Härdtle, G.; Marek, K. Abfallwirtschaft (2000). Handbuch für Praxis und Lehre. 3. ed. Springer.

Borges, A. M. P. (2002). *Estudo e acompanhamento do projecto de implementação do sistema de recolha selectiva em Presidente Prudente - São Paulo*. (Relatório do projecto final de licenciatura em Engenharia do Ambiente e Território). Bragança: Escola Superior Agrária de Bragança.

BRACELPA. (2009). *Relatório anual 2008/2009*. São Paulo: Associação Brasileira de Celulose e Papel.

BRACELPA. (2010). *Relatório anual 2009/2010*. São Paulo: Associação Brasileira de Celulose e Papel.

Brasil. (2007). 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, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Recuperado novembro 13, 2009, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm

Brasil. (2010a). *Lei 12.305/2010 Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências*.

BRASIL (2010b). Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Segunda comunicação nacional inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança no clima. Brasília.

Carneiro, P. F. N., Cabral, F. A. da S., Souza, F. C. de, Souza, I. M. F. de, & Pinheiro, M. S. (2000). 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. Apresentado em XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

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

Casari, C. E., Bica, J. B., Mazzarino, J., & Konrad, O. (2009). Caracterização dos resíduos sólidos domésticos: relatos exploratórios de um estudo comparativo. *Revista Destaques Acadêmicos*, 1(4), 67-75.

CEMPRE. (2008). Pesquisa Ciclosoft. Recuperado fevereiro 25, 2010, de http://www.cempre.org.br/ciclosoft_2008.php

COMLURB. (2007). *Caracterização gravimétrica e microbiológica dos resíduos sólidos domiciliares do município do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro.

Commission of the European Communities. (2001). *Green paper on Integrated Product Policy*. Brussels: Commission of the European Communities.

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

Costa, L. E. B. (2010). *Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico, Salinas – MG (M.Sc.)*. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

- DATASUS. (2011). População residente - Brasil. Recuperado abril 23, 2011, de <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?ibge/cnv/popbr.def>
- Denison, R., & Ruston, J. (1990). *Recycling & incineration: evaluating the choices*. Washington, D.C.: Island Press.
- Deweese, D. N., & Hare, M. J. (1998). Economic Analysis of Packaging Waste Reduction. *Canadian Public Policy / Analyse de Politiques*, 24(4), 453-470.
- Dijkgraaf, E.; Vollebergh, H. R. J. (2004). Burn or bury? A social cost comparison of final waste disposal methods. *Ecological Economics*, v. 50, p. 233-247.
- _____ (2008). Response to Letter to the Editor. *Ecological Economics*, v, 66, p. 557-558
- EPE. (2008). *Aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos de Campo Grande, MS* (p. 1-77). Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética.
- Fehr, M., & Calçado, M. R. (2001). Lixo biodegradável no aterro nunca mais. *Revista Banas Ambiental*, 2(10), 12-20.
- Fenton, R., & Hanley, N. (1995). Economic instruments and waste minimization: the need for discard-relevant and purchase-relevant instruments. *Environment and Planning A*, 27(8), 1317 – 1328. doi:10.1068/a271317
- Freitas, D. F. (2006). *Caracterização de resíduos sólidos domiciliares na cidade satélite do Varjão - Distrito Federal*. Universidade de Brasília, Brasília.
- Frésca, F. R. C. (2007). Estudo da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de São Carlos, SP, a partir da caracterização física. (p. 1-134). Apresentado em Universidade de São Carlos, São Carlos.
- Fullerton, D. (1998). *A conceptual framework to compare environmental tax shift policies*. Working Paper Series on Environmental Tax Shifting. San Francisco: Redefining Progress.
- Gomes, L. P., & Martins, F. B. (2002). Projeto, implantação e operação de aterros sustentáveis de resíduos sólidos urbanos para municípios de pequeno porte. *Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades*. (p. 19-27). Rio de Janeiro: ABES.
- Gorgati, C. Q., & et. al. (2001). Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos domiciliares no município de Camaçari (BA) visando a compostagem. *Tecbahia - Revista Baiana de Tecnologia*, 16(3), 56-60.
- Guadagnin, M. R., Bianchini, M., Queiroz, G. de C., Nolla, S., Guaresi, A. M., Colla, C. R., Bresola, R. C., et al. (2001). 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*, 7(2), 39-61.
- Heller, L. (2011). *Panorama do saneamento básico no Brasil: visão estratégica para o futuro do saneamento básico no Brasil (vol 6.)*. Brasília: Ministério das Cidades.
- IBGE. (2002). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000/Banco Multidimensional de Estatísticas. Recuperado junho 1, 2011, de <http://www.bme.ibge.gov.br>
- IBGE. (2010a). Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008/Banco Multidimensional de Estatísticas. Recuperado junho 1, 2011, de

<http://www.bme.ibge.gov.br>

IBGE. (2010b). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD); Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Recuperado agosto 18, 2009, de <http://www.sidra.ibge.gov.br/>

Kajino, L. K. (2005). *Estudo de viabilidade de implantação, operação e monitoramento de aterros sanitários: uma abordagem econômica* (M.Sc.). Universidade Estadual Paulista, Bauru.

Konrad, O., Casaril, C. E., & Schmitz, M. (2010). Estudo dos resíduos sólidos domésticos de Lajeado/RS pela caracterização gravimétrica. *Revista Destaques Acadêmicos*, 2(4), 58-62.

Lange, L. C., & Simões, G. F. (2002). Implantação e operação de aterros para pequenas comunidades – A experiência de Catas Altas - MG. Apresentado em 1º Seminário Internacional de Tecnologias para Resíduos Sólidos e Saneamento, Recife.

Leite, F. S. S., & et. al. (1990). Impacto na saúde dos catadores do Lixão da Terra e estudo gravimétrico. *Revista Bio*, ano II(3).

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

LIMPURB. (2003). *Caracterização gravimétrica e físico – química dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Paulo*. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo.

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

Magalhães, T. (2009). Manejo de resíduos sólidos: sustentabilidade e verdade orçamentária com participação popular. *Lei nacional de saneamento básico: perspectivas, para as políticas e a gestão dos serviços públicos*, Livro III: Prestação dos serviços públicos de saneamento básico (p. 520-528). Brasília: Programa de Modernização do Setor Saneamento.

Mancini, S. D., Nogueira, A. R., Kagohara, D. A., Schwartzman, J. A. S., & Mattos, T. de. (2007). Potencial de reciclagem de resíduos sólidos urbanos destinados a aterros sanitários: o caso Indaiatuba, SP, Brasil. *Waste Management & Research*, 25(6), 517-523.

Manzo, V. H. (1999). *Estudo da composição gravimétrica e físico-química dos resíduos sólidos domiciliares do município de Vitória – ES*. Vitória.

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

MCidades. (2010). *SNIS Série Histórica 9*. Brasília: Secretaria Nacional de Informações sobre Saneamento, Ministério das Cidades.

Meirelles, H. L. (2001). *Direito municipal brasileiro* (12º ed.). Rio de Janeiro: Editora Malheiros.

Milanez, B., & Bührs, T. (2009a). 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*, 33, 257-289.

Milanez, B., & Bührs, T. (2009b). Extended producer responsibility in Brazil: the case of tyre waste. *Journal of Cleaner Production*, 17(6), 608-615.

Miranda, M. L., & Aldy, J. E. (1998). Unit pricing of residential municipal solid waste: lessons from nine case study communities, . *Journal of Environmental Management*, 52(1), 79-93. doi:10.1006/jema.1997.0161

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

MME. (2010a). *Anuário estatístico do setor metalúrgico*. Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Ministério de Minas e Energia.

MME. (2010b). *Anuário estatístico setor de transformação de não-metálicos*. Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Ministério de Minas e Energia.

Naval, L. P., & Gondim, S. M. (2001). Caracterização física e físico-química dos resíduos sólidos urbanos domésticos e comerciais da cidade de Palmas-TO. Apresentado em 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Observatoire Des Énergies Renouvelables (Observ'ER) (2008). 8th Eurobserv'er Report: the state of renewable energies in Europe. Bruxelas: Epel Industrie Graphique.

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

Oliveira, A. M. V. de, Quadros, B. E. C., & Campos, R. A. M. C. de. (1999). *Caracterização de resíduos sólidos domiciliares na cidade de Salvador*. Salvador.

Oliveira, M. P. P. de, Pugliesi, É., & Schalch, V. (2008). Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos domiciliares no município de Peixe-Boi/PA (p. 1-15). Universidade de São Paulo.

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

Pasqualetto, A., Andrade, H. da F., Prado, M. L. do, & Pina, G. P. R. de. (2006). *Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos do município de Caldas Novas – GO*. Goiânia.

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

Pereira Neto, J. T. (2007). *Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos município de Bituruna – PR*.

Pereira, F. T. G., Leite, H. E. A. S., Garcez, L. R., Araújo, E. P., Melo, M. C. de, & Monteiro, V. E. D. (2010). Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande - PB. Apresentado em II Simpósio Nordeste sobre Resíduos Sólidos, Campina Grande: Federação das Indústrias do Estado da Paraíba.

- Peresin, D., Schneider, Vania Elisabete, & Panarotto, C. T. (2002). Quantidade de resíduos gerados no município de Bento Gonçalves e sua destinação, no ano de 2002/2003 – coleta seletiva e regular. Apresentado em XI Encontro de Jovens Pesquisadores, Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul.
- Pinheiro, J., & Girard, L. (2009). Metodologia para gerenciamento integrado dos resíduos sólidos da bacia da Estrada Nova do município de Belém (PA). *Estudos Tecnológicos*, 5(3), 313-331.
- Plastivida. (2005). *Reciclagem: pesquisa de mercado 2005*. São Paulo: Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos.
- Plastivida. (2008). *Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plásticos no Brasil (IRmP)*. São Paulo: Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos.
- Prefeitura Municipal de Jaboticabal. (2001). *Relatório ambiental preliminar (RAP) da unidade de triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos de Jaboticabal*. Jaboticabal: Prefeitura Municipal de Jaboticabal.
- Programa Das Nações Unidas Para O Desenvolvimento (PNUD); Brasil. Ministério Do Meio Ambiente (MMA); Arcadis Tetraplan (2010). 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, 43 páginas.
- Quissini, C. S., Pessin, N., Conto, S. M., & Gomes, F. M. (2007). Determinação dos aspectos quali-quantitativos dos resíduos sólidos domésticos – estudo de caso município de São Marcos. Apresentado em 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- Reis, M. F. P., & et. al. (2003). Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares do município de Porto Alegre/RS. *Anais do Congresso de Agroecologia* (1º ed.). Porto Alegre.
- Ribeiro Filho, F. G., & Santos, L. P. dos. (2008). A questão da coleta seletiva de resíduos sólidos para o município de Teresina-PI. Apresentado em 1º Simpósio de Pós-Graduação em Geografia do Estado de São Paulo -SIMP GEO-SP, Rio Claro.
- Ribeiro, C. J. (1997). *Estudo e avaliação do sistema de reciclagem e tratamento de lixo domiciliar em Betim/MG*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Rodrigues, C. dos S. (2009). *Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: desafios, possibilidades e limitações para implantação no município de Imbituba, SC* (Graduação). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.
- Rubik, F., & Scholl, G. (1999). The ripening of Integrated Product Policy. *European Environment*, 9(5), 186-190. doi:10.1002/(SICI)1099-0976(199909/10)9:5<186::AID-EET205>3.0.CO;2-X
- Santos, S. H. (1998). Resíduos sólidos urbanos: taxas e tarifas. *Encontro Regional sobre gestão integrada de resíduos sólidos urbanos (lixo): modelos, políticas públicas, taxas e tarifas*. Curitiba: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- Secretaria de Serviços Públicos. (1996). *A gestão dos resíduos urbanos* (p. 224). Campinas: Prefeitura Municipal de Campinas.
- Seixas, M. G., Beserra, L. B. de S., Fagundes, G. de S., & Júnior, G. B. A. (2006).

Composição gravimétrica e valor econômico de resíduos sólidos exclusivamente domiciliares de bairros de classe média alta em João Pessoa. Apresentado em VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Silva, E. M. de M. (2002). *Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no estado do Rio Grande do Norte* (p. 177). Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte - IDEMA.

Soares, A. C. B., & Moura, F. C. de. (2009). *Avaliação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos de São Leopoldo*. São Leopoldo: Secretaria Municipal de Meio Ambiente -RS.

Superintendência de Limpeza Urbana, & Teixeira, B. A. N. (2001). Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares. *Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias* (p. 77-85). Rio Claro: UNESP.

Tavares, J. C. L. (2008). Caracterização dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Maceió-AL (p. 1-116). Maceió: Universidade Federal de Alagoas.

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

Vasques, A. C. (2009). *Relatório técnico 83: reciclagem de metais no país*. Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Ministério de Minas e Energia.

Wiedemann, H. U. (1999). *Lixo na Alemanha*. Rio de Janeiro: Viveiros de Castro Editora.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 1: Trechos do questionário da PNSB 2008

BLOCO 07		QUANTIDADE DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS COLETADOS NO MUNICÍPIO, NA ÁREA DE ATUAÇÃO DA ENTIDADE																																	
01	A ENTIDADE REALIZA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS :																																		
1	<input type="checkbox"/> Domiciliar exclusivamente	11	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> t / dia , <table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>																																
2	<input type="checkbox"/> Público (vias e logradouros) exclusivamente	21	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> t / dia , <table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>																																
3	<input type="checkbox"/> Domiciliar e público em separado	→ {	<table border="1"> <tr> <td>Domiciliar →</td> <td>31</td> <td><table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> t / dia ,</td> <td><table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table></td> </tr> <tr> <td>Público (vias e logradouros) →</td> <td>32</td> <td><table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> t / dia ,</td> <td><table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table></td> </tr> </table>	Domiciliar →	31	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> t / dia ,											<table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>			Público (vias e logradouros) →	32	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> t / dia ,											<table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>		
Domiciliar →	31	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> t / dia ,											<table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>																						
Público (vias e logradouros) →	32	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> t / dia ,											<table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>																						
4	<input type="checkbox"/> Domiciliar e público em conjunto	41	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table> t / dia , <table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>																																
5	<input type="checkbox"/> Não realiza coleta (passe ao bloco 08)																																		
02	UTILIZA-SE BALANÇA PARA PESAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS COLETADOS?																																		
	1	<input type="checkbox"/> Sim	3 <input type="checkbox"/> Não																																

VERSÃO PRELIMINAR

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 DESTES MUNICÍPIO DOS RESÍDUOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS QUE COLETA NESTE MUNICÍPIO?						
2 <input type="checkbox"/> Sim →		21 <input type="text"/> quantidade de locais		4 <input type="checkbox"/> 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 DESTES MUNICÍPIO ?						
		<input type="text"/>		<input type="text"/> t / dia			
03	A ENTIDADE RECEBE RESÍDUOS DOMICILIARES E/OU PÚBLICOS DESTES E/OU DE OUTRO(S) MUNICÍPIO(S) PARA DISPOSIÇÃO NO SOLO DESTES MUNICÍPIO?						
2 <input type="checkbox"/> Sim		4 <input type="checkbox"/> 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 DESTES E/OU DE OUTRO(S) MUNICÍPIO(S) PARA DISPOSIÇÃO NO SOLO DESTES MUNICÍPIO?						
		<input type="text"/>		<input type="text"/> t / dia			
05	QUAL A DISTÂNCIA, EM RELAÇÃO À SEDE DO MUNICÍPIO, DO PRINCIPAL LOCAL DE DISPOSIÇÃO NO SOLO DESTES MUNICÍPIO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS COLETADOS E/OU RECEBIDOS? (Local no município que recebe a maior parcela de resíduos)						
1 <input type="checkbox"/> Até 5 km		2 <input type="checkbox"/> Mais de 5 a 10 km		3 <input type="checkbox"/> Mais de 10 a 15 km		4 <input type="checkbox"/> Mais de 15 a 20 km	
						5 <input type="checkbox"/> Mais de 20 km	
06	CARACTERÍSTICAS DO PRINCIPAL LOCAL DESTES 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 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	15	Existe sistema de tratamento de chorume interno ou externo à instalação?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
02	Está localizada a menos de 1 km de áreas de proteção ambiental?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	16	Existe sistema de recirculação do chorume no maciço do aterro?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
03	Há licença de operação válida?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	17	Existe sistema de manejo de águas pluviais?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
04	Existe monitoramento sistemático da qualidade das águas superficiais?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	18	Existe sistema de drenagem e tratamento (queima controlada) de gases?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
05	Existe monitoramento sistemático da qualidade das águas subterâneas?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	19	Existe recobrimento eventual dos resíduos com solo compactado com frequência superior a uma vez por semana?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
06	Existe monitoramento sistemático da estabilidade de maciços?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	20	Existe recobrimento sistemático dos resíduos com frequência superior a 1 dia?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
07	Existe monitoramento sistemático da saúde do pessoal operacional?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	21	Existe recobrimento sistemático dos resíduos com frequência diária?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
08	Existe via de acesso em boa condição de conservação?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	22	Há presença de catadores de resíduos no interior da instalação?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
09	Existe cerca perimetral?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	23	Existem moradias improvisadas de catadores na gleba?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
10	Há controle de acesso à instalação?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	24	Há presença de animais de médio e/ou grande porte (porcos, cães, bovinos, eqüinos, etc.) no interior da instalação?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
11	Existe balança rodoviária?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	25	Há ocorrência de queima de resíduos a céu aberto (mesmo que em valas)?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
12	Existe edificação para administração e apoio operacional?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	26	Há ocorrência de queima de resíduos em fornos improvisados?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
13	Existe impermeabilização da base do aterro (com manta sintética ou argila)?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	27	Existe recuperação de metano a partir do biogás captado?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
14	Existe sistema de drenagem de chorume?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	28	Existe geração de energia?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
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 <input type="checkbox"/> Prefeitura		2 <input type="checkbox"/> Particular		3 <input type="checkbox"/> Entidade prestadora de serviços à prefeitura		4 <input type="checkbox"/> Outro	

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 <input type="checkbox"/> Sim 3 <input type="checkbox"/> 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)					
Admita-se múltipla marcação						
91 <input type="checkbox"/> Prefeitura 93 <input type="checkbox"/> Entidade prestadora de serviços 95 <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> Sim 3 <input type="checkbox"/> 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			Cód.	QUANTIDADE DESTINADA A ESTE MUNICÍPIO t / dia	Cód.	QUANTIDADE DESTINADA A OUTRO(S) MUNICÍPIO(S) t / dia
		SIM NÃO				
21	Vazadouro a céu aberto (lixão)	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	31	_____ , ____	41	_____ , ____
22	Vazadouro em áreas alagadas ou alagáveis	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	32	_____ , ____	42	_____ , ____
23	Aterro controlado	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	33	_____ , ____	43	_____ , ____
24	Aterro sanitário	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	34	_____ , ____	44	_____ , ____
25	Unidade de compostagem de resíduos orgânicos	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	35	_____ , ____	45	_____ , ____
26	Unidade de triagem de resíduos recicláveis	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	36	_____ , ____	46	_____ , ____
27	Unidade de tratamento por incineração	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	37	_____ , ____	47	_____ , ____
28	Outra	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/>	38	_____ , ____	48	_____ , ____

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 2: 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	(R. C. Tavares, 2007)
Aracaju	1,7			10,0	7,9			2,2	75,0	3,2	(F. S. S. Leite & et. al., 1990)
Araucária	2,3			21,1	19,1	12,5	6,6	3,3	39,1	15,1	(R. C. Tavares, 2007)
Balneário Camboriu	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	(J. Pinheiro & Girard, 2009)
Benevides	4,3			13,4	18,7			4,0	48,0	11,7	(Carneiro, Cabral, F. C. de Souza, I. M. F. de Souza, & M. S. Pinheiro, 2000)
Bento Gonçalves	3,3	0,4	2,9	9,0	11,1			3,2	51,5	21,9	(Peresin, Vania Elisabete Schneider, & 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	(S. Oliveira & et. al., 1999)
Cabedelo	1,3			6,6	6,8			1,4	66,4	17,5	(R. C. Tavares, 2007)
Caldas novas	2,1	0,8	1,3	13,4	12,8			1,6	58,6	11,5	(Pasqualetto, H. da F. Andrade, Prado, & Pina, 2006)
Camaçari	0,3			4,2	7,0			2,1	59,4	27,0	(Gorgati & et. al., 2001)

Cidade	Metal total	Alumínio	Aço	Papel, papelão e tetrapak	Plástico total	Plástico filme	Plástico rígido	Vidro	Orgânico	Outros	Fontes
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	(R. C. 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	(R. C. Tavares, 2007)
Campo Magro	3,8	0,3	3,5	19,6	18,6	12,1	6,5	3,0	38,7	16,3	(R. C. Tavares, 2007)
Catas Altas	2,0			8,0	14,0			2,0	50,0	24,0	(Lange & 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)
Coari	1,5			11,9	13,5	10,1	3,4	2,4	66,7	3,9	(J. B. L. Andrade, 2007)
Colombo	2,8			16,0	19,6	14,5	5,1	2,6	43,3	15,7	(R. C. Tavares, 2007)
Comercinho	3,6			15,6	13,4			2,5	30,2	34,7	(R. T. V. Barros, Assis, E. L. Barros, & F. N. B. Santos, 2007)
Contenda	3,3	0,3	3,0	18,7	16,5	11,6	4,9	2,9	44,1	14,5	(R. C. 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 & IBAM, 2004)
Dores do Campos	1,0			11,0	17,0			2,0	58,0	11,0	(D. N. de Magalhães, 2008)
Estrela	1,8			6,7	11,6	7,5	4,1	2,3	57,1	20,7	(Casaril, Bica, Mazzarino, & Konrad, 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	(R. C. 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)

Cidade	Metal total	Alumínio	Aço	Papel, papelão e tetrapak	Plástico total	Plástico filme	Plástico rígido	Vidro	Orgânico	Outros	Fontes
Guajara mirim	5,5			10,0	16,1			1,3	57,1	10,0	(MMA & 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)
Indaíatuba	2,0	0,5	1,5	10,3	10,7	5,6	5,1	1,9	53,7	21,4	(Mancini, Nogueira, Kagohara, Schwartzman, & Mattos, 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)
Itajai	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)
Itaociara	2,1			11,7	8,8	6,7	2,1	0,6	52,5	24,4	(J. B. L. Andrade, 2007)
Itaperucú	1,5	0,3	1,2	16,9	17,1	14,1	3,0	1,6	38,1	24,8	(R. C. 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, Beserra, Fagundes, & Júnior, 2006)
Juina	3,4			10,8	17,4			3,6	56,0	8,9	(MMA & 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, & Schmitz, 2010)
Maceió	1,7			8,9	13,6	10,3	3,3	1,3	56,6	17,9	(J. C. L. Tavares, 2008)
Manacapuru	1,9			8,4	10,1	7,4	2,7	0,9	53,7	25,0	(J. B. L. Andrade, 2007)
Manaus	4,3			18,9	8,6			2,2	58,7	7,3	(J. B. L. Andrade & Schalch, 1997)
Mandirituba	3,3	0,6	2,7	21,1	16,2	11,1	5,1	3,4	40,1	15,9	(R. C. Tavares, 2007)
Maricoré	4,0			17,0	20,0			2,0	52,0	5,0	(MMA & IBAM, 2004)
Maringá	5,0			17,7	13,5			3,1	52,2	8,6	(Barros Jr., 2002)
Mossoró	1,4	0,1	1,3	14,6	18,4	13,9	4,5	1,8	30,4	33,4	(Silva, 2002)
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 & Gondim, 2001)

Cidade	Metal total	Alumínio	Aço	Papel, papelão e tetrapak	Plástico total	Plástico filme	Plástico rígido	Vidro	Orgânico	Outros	Fontes
Parintins	3,4			6,0	8,7	6,7	2,0	1,3	20,1	60,4	(J. B. L. 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 & 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	(M. P. P. de Oliveira, Pugliesi, & Schalch, 2008)
Pinhais	2,1			18,0	20,2	14,7	5,5	2,3	41,8	15,6	(R. C. Tavares, 2007)
Piraquara	3,2	1,3	1,9	18,4	18,0	11,9	6,1	2,7	38,8	18,9	(R. C. 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	(L. P. Gomes & Martins, 2002)
Presidente Prudente	5,4			21,0	8,9			2,6	55,0	7,1	(Borges, 2002)
Propoá	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	(R. C. 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	(A. S. D. Oliveira, 2002)
Salvador	3,7	1,1	2,5	16,2	17,1	12,0	5,1	2,9	46,9	13,3	(A. M. V. de Oliveira, Quadros, & 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	(R. C. Tavares, 2007)

Cidade	Metal total	Alumínio	Aço	Papel, papelão e tetrapak	Plástico total	Plástico filme	Plástico rígido	Vidro	Orgânico	Outros	Fontes
São Leopoldo	1,5	0,4	1,1	14,6	12,3	8,5	3,8	1,7	58,7	11,2	(Soares & Moura, 2009)
São Marcos	2,3	0,5	1,8	7,7	5,6			0,8	56,9	26,7	(Quissini, Pessin, Conto, & F. M. Gomes, 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 & 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 & L. P. dos Santos, 2008)
Uberlândia	3,0			7,0	11,0			3,0	72,0	4,0	(Fehr & 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 & IBAM, 2004)

VERSÃO PRELIMINAR