

PAINEL 2: Aterros Sanitários

**DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL: SITUAÇÃO ATUAL
E PERSPECTIVAS**

Prof. José Fernando Thomé Jucá

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.

Resumo

A questão dos resíduos sólidos no Brasil tem sido amplamente discutida na sociedade, a partir de vários levantamentos da situação atual brasileira e perspectivas para o setor. De uma forma geral este assunto permeou por várias áreas do conhecimento, desde o saneamento básico, meio ambiente, inserção social e econômica dos processos de triagem e reciclagem dos materiais, e mais recentemente, ainda de forma insipiente, o aproveitamento energético dos gases provenientes dos aterros sanitários. Este trabalho apresenta a situação atual da destinação final dos resíduos sólidos no Brasil, baseado em diagnósticos realizados no País, onde constam a geração dos resíduos sólidos e o tipo de destinação final adotada em cada região brasileira, a situação de vários aterros sanitários, incluindo as técnicas adotadas para os tratamentos de chorume e gases. No trabalho também se incluem os modelos de gestão (administrativa e financeira) dos grandes aterros brasileiros, bem como os investimentos federais na área de resíduos sólidos. Em relação a perspectivas são abordadas questões referentes ao aproveitamento energético de gás, além do uso de novas técnicas bioquímicas para tratamento de chorume. Do ponto de vista de gestão existe uma tendência para concessão da operação dos aterros sanitários por longo período, além da privatização de aterros de resíduos especiais. Em relação a regiões metropolitanas existe uma tendência à busca de soluções compartilhadas através de consórcios ou acordos entre os municípios para tratamento e destinação final dos resíduos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos; Aterros Sanitários; Diagnóstico; Situação Brasileira.

1.Introdução

Este trabalho apresenta a situação atual da destinação final dos resíduos sólidos no Brasil, a partir de levantamentos do setor de saneamento, em especial, os dados do último PNSB- Pesquisa Nacional sobre Saneamento Básico, realizado pelo IBGE em 2000. Não se pretende com este trabalho elaborar um diagnóstico detalhado de todo o País, mas se ter uma visão geral da situação atual brasileira e perspectivas para o setor. Assim sendo se apresenta um breve histórico da evolução dos serviços de limpeza urbana no País (Item 2), além da apresentação dos principais levantamentos realizados, considerando as diferentes regiões brasileiras (Item 3). No Item 3 apresenta-se basicamente os dados relativos à geração, tipo de destinação final e os aspectos sociais relativos a gestão de resíduos sólidos. No momento da apresentação dos dados sobre o tipo de destinação final, é apresentado um quadro comparativo entre a pesquisa do PNBS2000 e informações obtidas através dos órgãos ambientais, consultores, prefeituras municipais e governo do estado. Esta avaliação tem como objetivo confirmar as informações contidas na pesquisa PNSB. No Item 4 se faz uma análise crítica dos aterros sanitários brasileiros, a forma de tratamento dos efluentes líquidos e gasosos, bem como a gestão dos aterros sanitários. No Item 5 apresenta-se as fontes de

financiamento do Governo Federal para a área de resíduos sólidos, bem como os investimentos realizados no período de 2000 e 2001. Finalmente, no Item 6 apresenta-se as considerações finais, enfocando as mudanças culturais que estão em curso, bem como a importância da gestão integrada e as novas perspectivas na área.

2. Histórico

No Brasil, o serviço sistemático de limpeza urbana foi iniciado oficialmente em 25 de novembro de 1880, na cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, então capital do Império. Nesse dia, o imperador D. Pedro II assinou o Decreto nº 3024, aprovando o contrato de "limpeza e irrigação" da cidade, que foi executado por Aleixo Gary e, mais tarde, por Luciano Francisco Gary, de cujo sobrenome origina-se a palavra gari, que hoje denomina-se os trabalhadores da limpeza urbana em muitas cidades brasileiras (ABES, 1998).

Como a gestão de resíduos urbanos é uma atividade essencialmente municipal e as atividades que a compõem se restringem ao território do Município, não são muito comuns no Brasil as soluções consorciadas, mesmo quando se trata de destinação final em aterros.

O problema da disposição final assume uma magnitude alarmante. Considerando apenas os resíduos urbanos e públicos, o que se percebe é uma ação generalizada das administrações públicas locais ao longo dos anos em apenas afastar das zonas urbanas o lixo coletado, depositando-o por vezes em locais absolutamente inadequados, como encostas florestadas, manguezais, rios, baías e vales. Mais de 80% dos municípios vazam seus resíduos em locais a céu aberto, em cursos d'água ou em áreas ambientalmente protegidas, a maioria com a presença de catadores entre eles crianças, denunciando os problemas sociais que a má gestão do lixo acarreta (IBAM, 2000).

Com relação ao tratamento do lixo, existe um número bastante reduzido de unidades de compostagem e reciclagem instaladas no País. Essas unidades utilizam tecnologia simplificada, com segregação de recicláveis em correias transportadoras e compostagem em leiras a céu aberto, com posterior peneiramento. Muitas unidades que foram instaladas estão hoje paralisadas por dificuldades dos municípios em operá-las e mantê-las convenientemente. Dados do PNSB 2000 informam que apenas 2% dos resíduos gerados são reciclados.

No tocante ao gerenciamento dos serviços de limpeza urbana nas cidades de médio e grande portes, vem se percebendo um aumento da terceirização dos serviços, modelo cada vez mais adotado no Brasil, em substituição dos serviços, até então executados pela administração municipal. Essa forma de prestação de serviços se dá através da contratação, pela municipalidade, de empresas privadas, que passam a executar, com seus próprios meios (equipamentos e pessoal), coleta, a limpeza de logradouros, o tratamento e a destinação final dos resíduos. Nos municípios de pequeno porte, ainda predomina a execução dos serviços pela municipalidade.

A sustentabilidade econômica dos serviços de limpeza urbana é um importante fator para a garantia de sua qualidade. Em quase todos os municípios brasileiros, os serviços de limpeza urbana, total ou parcialmente, são remunerados através de uma "taxa", geralmente cobrada na mesma guia do Imposto Predial e Territorial Urbano IPTU, os quais são deficitários e muitas vezes não direcionados para esta atividade.

Porém, o que se percebe mais recentemente é uma mudança importante na atenção que a gestão de resíduos tem recebido das instituições públicas, em todos os níveis de governo. Os governos federal e estaduais têm aplicado mais recursos e criado programas e linhas de crédito onde os beneficiários são sempre os municípios.

A Figura 1 apresenta o mapa do Brasil, dividido em Regiões e Estados.



Figura 1 – Mapa das Regiões Geográficas do Brasil

3. Levantamentos realizados no Brasil

O primeiro diagnóstico sobre limpeza urbana, a nível nacional, foi realizado em 1982, pela ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, que pesquisou um universo de 367 cidades, sendo dois terços em áreas urbanas e um terço em áreas rurais, que abrigavam, na época, cerca de 60 por cento da população urbana do País. Embora muito criticado pela metodologia aplicada na generalização dos dados pesquisados, este relatório teve a clareza de apresentar algumas graves deficiências gerenciais do setor, em quase todas as cidades pesquisadas. Um ano depois, em 1983, a FIBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, realizou a primeira Pesquisa Nacional sobre Saneamento Básico, conhecida como PNSB, que aos poucos foi se aprimorando, tornando-se, a partir da pesquisa realizada em 1989, uma referência nacional e fonte principal de fornecimento de dados de todos os trabalhos, palestras e avaliações sobre a gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana a nível nacional e regional. Por último, em 2000 foi realizada uma nova pesquisa a nível nacional pelo PNSB. (Penido, 2002).

No que se refere à questão de resíduos sólidos, várias instituições brasileiras, financiadas pelo Governo Federal e/ou estadual, realizaram pesquisas em períodos e com metodologias diferentes.

Alguns dados apresentados neste trabalho referem-se as seguintes pesquisas:

- Instituto Brasileiro de Pesquisas Geográficas, (IBGE,1991);
- Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU, 1998);
- Unicef/Fórum Lixo e Cidadania (1998 e 2000);

- Pesquisa Nacional sobre de Saneamento Básico (PNSB, 2000);
- Diagnóstico de Resíduos Sólidos de Alagoas, Bahia, Ceará, Pernambuco, São Paulo, Região Metropolitana de Recife, Salvador e João Pessoa.
- Fundo Nacional do Meio Ambiente do Ministério de Meio Ambiente do Brasil (FNMA, 1999 a 2001).

Estes levantamentos gerais a nível nacional tiveram um maior detalhamento quando realizados nos estados e regiões metropolitanas brasileiras. Os diagnósticos de resíduos sólidos de Pernambuco, Alagoas e área Metropolitana de João Pessoa, realizados pelo Grupo de resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco (GRS/UFPE), atingiram níveis de diagnóstico do setor, tornando-se uma ferramenta indispensável à elaboração de planos diretores e planos estratégicos, sendo inclusive base para políticas públicas. (Jucá et al, 2001; Jucá, 2002).

3.1. Geração de resíduos

No Brasil, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2000), se coleta cerca de 228.413 toneladas de resíduos sólidos diariamente, sendo 125.258 toneladas referentes aos resíduos domiciliares. O Quadro 1 apresenta a população brasileira e sua distribuição regional, a quantidade de resíduos sólidos gerados diariamente e a geração por pessoa e por região. Em relação a geração por pessoa, observa-se uma grande discrepância de resultados por região, devido aos resíduos não domiciliares, que não tem uma relação direta com a população. A Figura 2 apresenta o percentual de resíduos gerados por região, onde se destaca a Região Sudeste, que é responsável pela geração de aproximadamente 62% dos resíduos sólidos no País.

Quadro 1 – Estimativa de Geração de Resíduos Sólidos no Brasil

	População Total		Geração de Resíduos (tonelada/dia)		Geração percapita (kg/hab/dia)
	Valor	Percentual (%)	Valor	Percentual (%)	
Brasil	169.799.170		228.413	100,0	1,35
Norte	12.900.704	7,6	11.067	4,8	0,86
Nordeste	47.741.711	28,1	41.558	18,2	0,87
Sudeste	72.412.411	42,6	141.617	62,0	1,96
Sul	25.107.616	14,8	19.875	8,7	0,79
Centro-Oeste	11.636.728	6,9	14.297	6,3	1,23

Fonte: PNSB (IGBE, 2000)

De uma forma geral estes valores são compatíveis com o levantamento realizado pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, em 1998, quando foram obtidos os seguintes valores: 0,58 Kg/hab./dia para a Região Norte; 1,08 Kg/hab./dia para a Região Nordeste; 1,3 Kg/hab./dia para a Região Sudeste; 0,95 Kg/hab./dia para a Região Centro-Oeste; e 0,89 Kg/hab./dia para a Região Sul. Em relação à geração de resíduos domiciliares temos pelo PNSB um valor médio nacional de 0,74 kg por habitante por dia.

Quantidade de Resíduos Urbanos Gerados Diariamente no Brasil

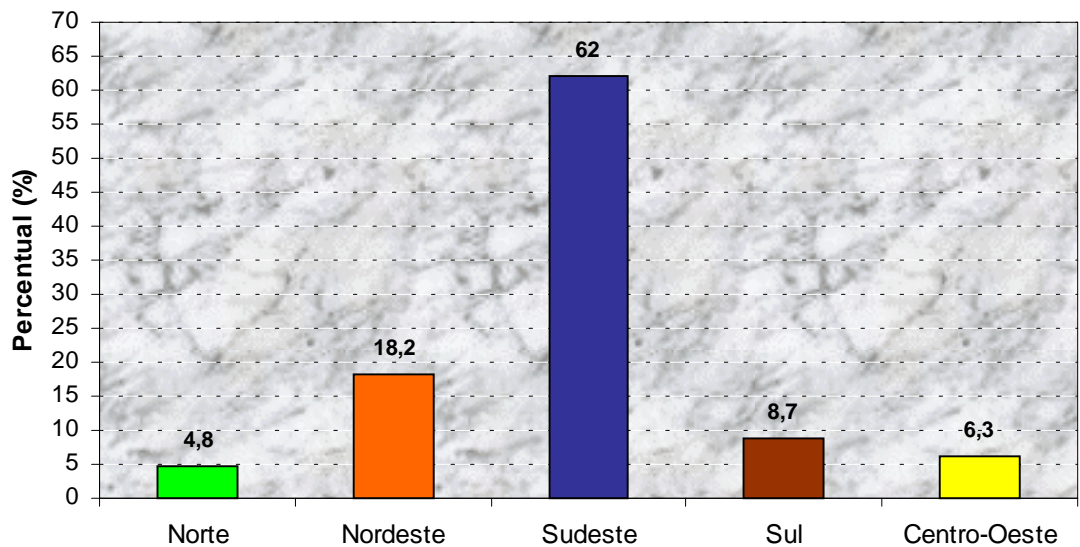


Figura 2 – Percentual da geração de resíduos sólidos por região brasileira

3.2 Destinação Final

A Figura 3 apresenta a evolução da destinação final dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil, a partir de 1991 até o ano de 2000, baseados nos dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Na figura observa-se que o aumento da quantidade de resíduos se acentua a partir de meados da década de 1990, quando houve uma redução nos índices inflacionários e um aumento de consumo por parte da população. De uma forma geral observa-se um melhoramento nos cuidados relativos ao tratamento e destinação final, representado pela redução da quantidade de resíduos depositados em lixões e um aumento de aterros controlados e sanitários, além de um pequeno crescimento de outros tipos de tratamento, como a separação para reciclagem de materiais, compostagem da matéria orgânica e incineração de resíduos perigosos.

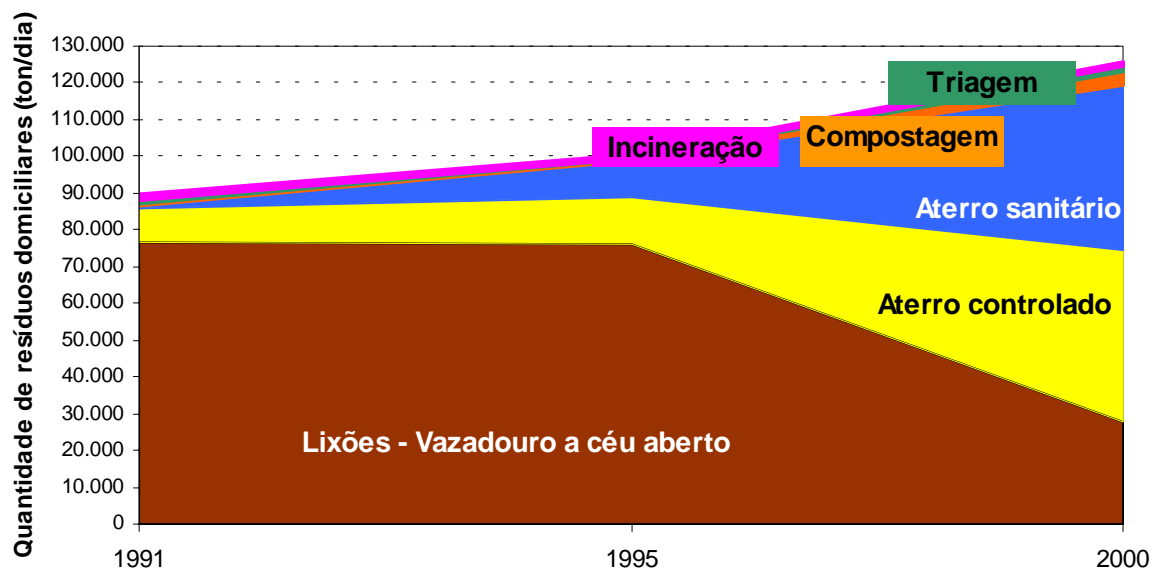


Figura 3 – Evolução da destinação final dos resíduos no Brasil

As figuras abaixo apresentam a destinação final dos resíduos sólidos no Brasil, considerando o percentual por quantidade (em peso) dos resíduos (Figura 4A) e na Figura 4B o percentual pelo número de municípios.

Destinação Final por Quantidade de Resíduos

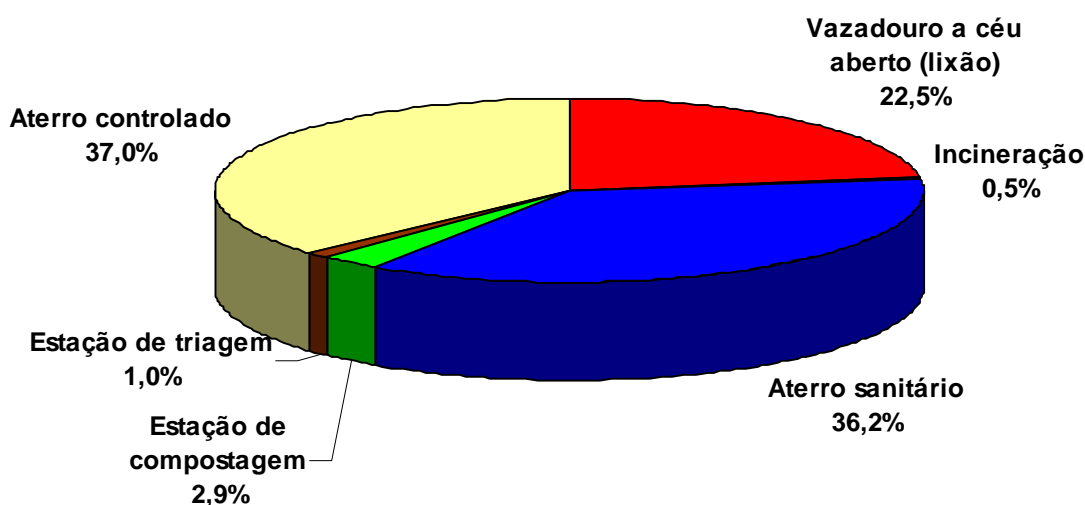


Figura 4A - Destinação final dos resíduos em peso (PNSB, 2000).

Destinação Final por Número de Municípios

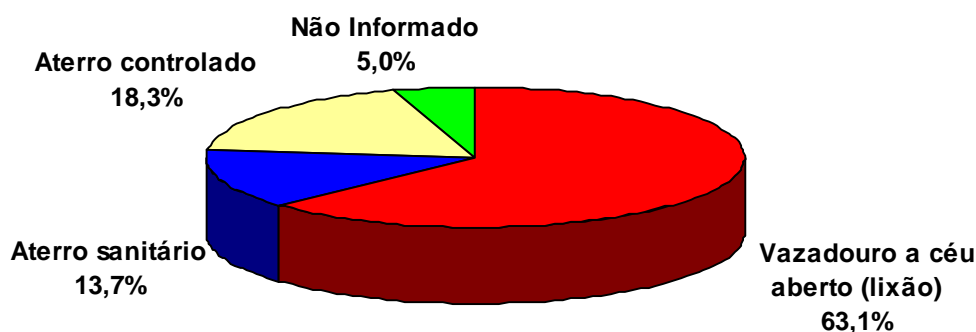


Figura 4B - Destinação final dos resíduos por número de municípios (PNSB, 2000).

De acordo com o apresentado nas Figuras 3 e 4, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB 2000) indicou uma situação exageradamente favorável no que se refere a quantidade de lixo vazado nas unidades de destinação final, pois aproximadamente 73,2 % de todo o lixo coletado no Brasil estaria tendo um destino final adequado, em aterros sanitários ou controlados. Porém quando se analisam as informações tomando-se por base, o número de municípios, o resultado já não é tão favorável, pois 63,1% deles informam que depositam seus resíduos em lixões e apenas 13,7% declaram que possuem sanitários. Por outro lado, dos 5.561 municípios brasileiros, 73,1% têm população inferior 20.000 habitantes. Nestes municípios, 68,5% dos resíduos gerados são vazados em locais inadequados.

O Quadro 2 e a Figura 5 apresentam os tipos de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos por região brasileira, de acordo com o PNSB 2000.

Quadro 2 – Tipo da destinação final em percentual (%)

	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Vazadouro a céu aberto	21,3	57,2	48,3	9,8	25,9	22,0
Aterro controlado	37,0	28,3	14,6	46,5	24,3	32,8
Aterro sanitário	36,2	13,3	36,2	37,1	40,5	38,8
Estação de compostagem	2,9	0,0	0,2	3,8	1,7	4,8
Estação de triagem	1,0	0,0	0,2	0,9	4,2	0,5
Incineração	0,5	0,1	0,1	0,7	0,2	0,2
Locais não-fixos	0,5	0,9	0,3	0,6	0,6	0,7
Outra	0,7	0,2	0,1	0,7	2,6	0,2

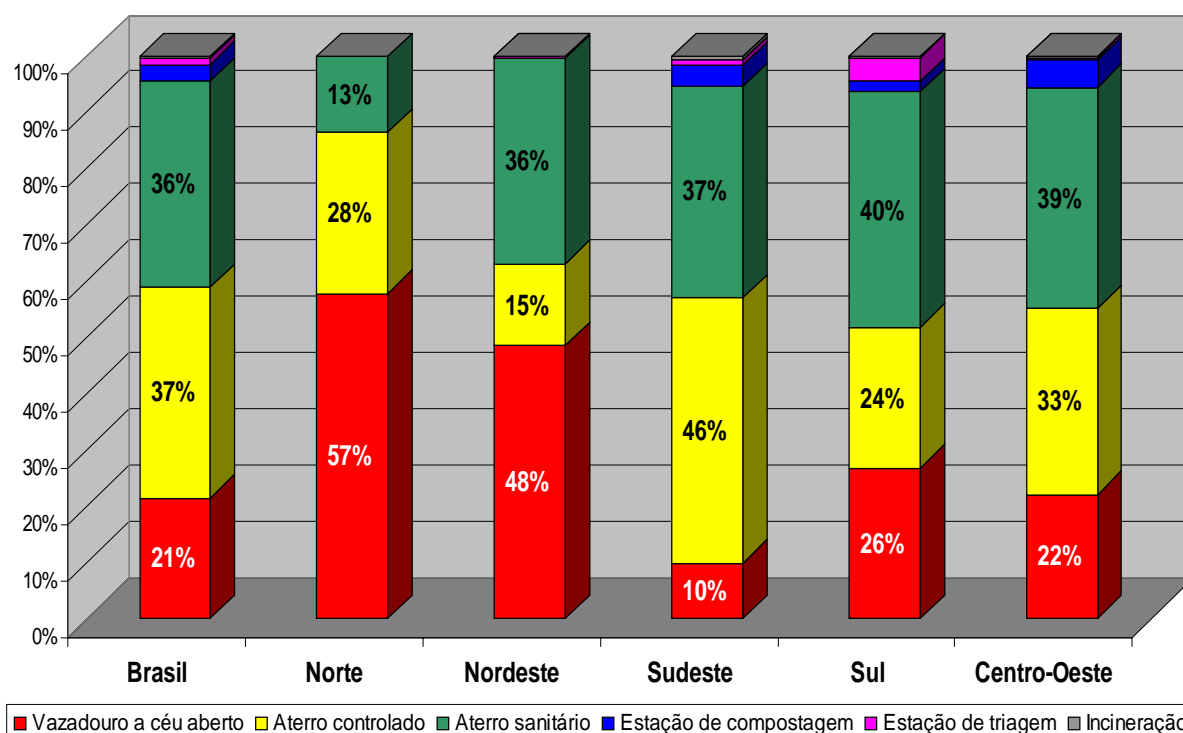


Figura 5 – Tipo de destinação final por Região

Devido aos dados apresentados pelo PNSB 2000 serem bastante otimistas em relação a realidade observada no País, realizamos uma consulta aos órgãos ambientais dos estados para saber a quantidade e tipo de destinação final dos resíduos sólidos urbanos. Neste contexto, o Quadro 3 apresenta uma comparação entre a destinação final dos resíduos baseada na pesquisa PNSB2000 e informações fornecidas pelos órgãos ambientais, prefeituras municipais e diagnósticos realizados pelo GRS/UFPE.

A análise comparativa das pesquisas apresentadas no Quadro 3 permite estabelecer as seguintes observações:

- De uma forma geral, a pesquisa Nacional de Saneamento Básico apresentou uma situação bastante diferente das encontradas nos estados, já que aterros licenciados para operação são responsáveis apenas por 14% dos resíduos gerados no País, enquanto que o PNSB apresenta um valor de 36%.
- As Regiões Sul e Sudeste são as que possuem a maior quantidade de resíduos destinados em aterros sanitários, havendo uma razoável concordância dos dados. Por outro lado, os valores apresentados no PNSB para a Região Nordeste estão bem acima

as informações fornecidas por órgãos ambientais estaduais e pelos diagnósticos realizados pelo GRS/UFPE no período de 2000 e 2001.

Quadro 3 – Comparação entre pesquisas

Produção de resíduos (ton/dia) (PNSB)		Destinação em Aterros Sanitários (PNSB)		Destinação em Aterros Sanitários (Consulta)		Órgão Consultado
		Valor (ton/dia)	Percentual (%)	Valor (ton/dia)	Percentual (%)	
Brasil	228.413,0	82.640,3	36%	36.071,0	16%	
Norte	11.067,1	1.468,8	13%			
Rondônia	692,0	31,9	5%			Não informado
Acre	538,9	242,7	45%			Não informado
Amazonas	2.947,3	27,6	1%	1.125,9	38%	Estimativa - GRS
Roraima	133,1	0,0	0%	0,0		Não informado
Pará	5.181,6	1.007,5	19%	1.024,4	20%	Estimativa - GRS
Amapá	455,8	0,0	0%	0,0		Não informado
Tocantins	1.201,7	159,1	13%	320,0	27%	Secretaria de Meio Ambiente
Nordeste	41.557,8	15.030,1	36%			
Maranhão	2.652,6	740,0	28%	0,0	0%	UFPE/GRS
Piauí	2.431,3	90,8	4%	0,0	0%	Seretaria Municipal de Meio Ambiente
Ceará	10.150,5	7.306,5	72%	3.522,2	35%	Governo do Estado
Rio Grande do Norte	2.373,5	219,6	9%	0,0	0%	Coordenadoria do Meio Ambiente
Paraíba	2.894,0	67,1	2%	0,0	0%	GRS/UFPE
Pernambuco	6.281,2	2.301,3	37%	200,0	3%	GRS/UFPE
Alagoas	2.999,3	185,0	6%			GRS/UFPE
Sergipe	1.377,1	30,0	2%	0,0	0%	GRS/UFPE
Bahia	10.398,3	4.089,8	39%			Não informado
Sudeste	141.616,8	52.542,3	37%			
Minas Gerais	15.664,0	5.296,8	34%	4.887,2	31%	Fundação Estadual de Meio Ambiente
Espírito Santo	2.923,6	1.330,6	46%			Não informado
Rio de Janeiro	17.447,2	7.328,1	42%	7.029,5	40%	COMLURB
São Paulo	105.582,0	38.586,8	37%	10.000,0	10%	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB
Sul	19.874,8	8.046,0	40%			
Paraná	7.542,9	2.726,6	36%	3.017,2	40%	www.pr.gov.br/celepa
Santa Catarina	4.863,6	2.455,2	50%	2.364,2	49%	UFSC/órgão ambiental
Rio Grande do Sul	7.468,3	2.864,2	38%	2.580,5	35%	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Centro-Oeste	14.296,5	5.553,1	39%			
Mato Grosso do Sul	1.756,5	194,2	11%			Não informado
Mato Grosso	2.163,7	599,3	28%			Não informado
Goiás	7.809,1	4.759,6	61%			Não informado
Distrito Federal	2.567,2	0,0	0%	0,0	0%	Secretaria de Meio Ambiente

* Informação retirada do Inventário de Resíduos Sólidos, elaborado pela CETESB

* Percentual de resíduos domiciliares que vão para aterros sanitários

3.3. Aspectos Sociais

De acordo com estimativas do UNICEF baseadas em pesquisas da Água e Vida de 1998 e do Fórum Nacional Lixo & Cidadania de 1999, existiam no Brasil cerca de 43.230 crianças e adolescentes vivendo e trabalhando nos lixões espalhados pelo País. A partir destas informações, apresentadas pelo Fórum, houve uma atuação bastante forte dos Estados e Municípios, com apoio do Governo Federal e do UNICEF, para a retirada das crianças da atividade de catação. Como resultado, 13.230 crianças trocaram o trabalho com o lixo pelos

estudos no período de 1999 e 2000. O Quadro 4 apresenta a distribuição por região do País, onde observa-se a grande incidência de crianças trabalhando em lixões na Região Nordeste.

Quadro 4 – Quantidade de crianças em lixões

Regiões	Quantidade de Crianças	Percentual (%)
Centro-Oeste	2.978	6,9
Nordeste	21.403	49,5
Norte	5.990	13,9
Sudeste	7.767	18,0
Sul	5.092	11,8
TOTAL	43.230	

Fonte: Fórum Lixo e Cidadania (1998)

4. Aterros Sanitários

No mundo inteiro, com algumas poucas exceções, os aterros sanitários representam a principal destinação final dos resíduos sólidos, apesar do imenso esforço em se reduzir, reutilizar e reciclar. Apesar da contradição, nos países em desenvolvimento, o aterro sanitário tem sido a mais importante meta a alcançar, com vistas a um tratamento adequado dos resíduos. No Brasil, como foi visto nos itens anteriores, já existe um número significativo de aterros sanitários, principalmente nas Regiões Sudeste e Sul. Por outro lado nas demais regiões estes equipamentos são praticamente inexistentes. A grande dificuldade reside nos custos de operação de um aterro sanitário, que pressupõe tratamento adequado de líquidos e gases efluentes, além de todos os demais cuidados previstos nas normas técnicas (ABNT/NB-843). Neste contexto, o GRS/UFPE realizou consulta direta as prefeituras municipais e órgãos ambientais dos estados para saber as seguintes informações:

- Nome do aterro e municípios atendidos;
- Gestão administrativa: a) tipo (se a operação do aterro é um serviço municipal, terceirizado, ou se é uma concessão); b) custo da operação (R\$/tonelada); c) a quantidade de resíduos (recebida no aterro) por dia; d) licença de operação.
- Tratamento de chorume: a) primário; b) secundário; (sistema de tratamento e a tecnologia utilizada);
- Tratamento de gases: a) tipo; b) se existe aproveitamento energético;

Os resultados desta base de dados estão apresentados a seguir, ilustrados com tabelas, fotos e quadros referentes aos aterros sanitários brasileiros. Em alguns casos as informações não puderam ser obtidas, existindo alguns aterros sanitários que não puderam ser apresentados no escopo deste trabalho.

4.1. Gestão e Custos de Operação

Os aterros sanitários existentes no país são na sua maioria operados pela iniciativa privada, contratada pelas prefeituras ou empresas municipais, sob a forma de terceirização. Neste sentido, as prefeituras pagam pela quantidade, em peso, de lixo depositado no aterro (R\$/tonelada). O Quadro 5 apresenta tipo de aterro, a forma de gestão e os custos de operação dos principais aterros do Brasil. Mais recentemente tem-se observado em alguns municípios brasileiros uma tendência a um regime de concessão dos serviços por um período mais longo, superior a 15 anos, onde as empresas concessionárias fazem o investimento com o projeto,

licenciamento e infraestrutura necessária à operação do aterro sanitário, podendo cobrar seus serviços à prefeitura ou diretamente aos usuários.

Quadro 5 – Tipo e Custos da Destinação final

CIDADE	TIPO DISPOSIÇÃO FINAL	GESTÃO	R\$/Ton
Recife-PE	Aterro Controlado da Muribeca	Municipal	6,04 ¹
Biguaçu - SC	Aterro Sanitário da Formaco	Terceirizada	Não informado
Rio de Janeiro-RJ	Aterro Controlado de Gramacho	Terceirizada	5,06 ¹
Rio de Janeiro-RJ	Aterro Controlado Zona Oeste	Municipal	6,78 ¹
Fortaleza-CE	Aterro Sanitário de Caucaia	Terceirizada	5,80 ¹
Fortaleza-CE	Aterro Sanitário de Aquiraz	Terceirizada	7,20 ¹
Goiania-GO	Aterro Controlado de Goiania	Terceirizada	10,00 ¹
Belo Horizonte-MG	Aterro Remediado de BH	Municipal	10,82 ¹
Porto Alegre-RS	Aterro Sanitário da Extrema	Municipal	18,00 ²
Porto Alegre - RS	Aterro Sanitário Metropolitano Santa Tecla	Municipal	18,00 ²
Itaquaquecetuba - SP	Aterro Sanitário de Itaquaquecetuba	Terceirizada	Não informado
Mauá- SP	Aterro Sanitário de Mauá	Terceirizada	Não informado
São Paulo-SP	Aterro Sanitário São João	Terceirizada	18,00 ¹
Santo André-SP	Aterro Sanitário	Municipal	13,00 ¹
União da Vitória-PR	Aterro Sanitário	Municipal	17,46 ¹
Salvador-BA	Aterro Sanitário Metropolitano	Municipal	15,00 ¹
Palmas - TO	Aterro Sanitário	Municipal	90,00 ¹
Araguaína - TO	Aterro Sanitário	Municipal	41,67 ²
Guarai-TO	Aterro Sanitário	Municipal	33,33 ²
João Pessoa-PB	Aterro Controlado	Municipal	4,00 ²

¹ Dados fornecidos em março de 2001

² Dados fornecidos em agosto de 2002

As fotos abaixo ilustram a operação de alguns aterros no Brasil.



Foto 1 – Aterro Itaquaquecetuba – São Paulo



Foto 2 – Aterro Santo André – São Paulo



Foto 3 – Aterro da Muribeca – Pernambuco

4.2. Tratamento de Chorume

A composição química do chorume, varia muito, dependendo da idade do aterro e dos eventos que ocorreram antes da amostragem do mesmo. Por exemplo, se o chorume é coletado durante a fase ácida, o pH será baixo, porém parâmetros como DBO₅, COT, DQO, nutrientes e metais pesados deverão ser altos. Contudo durante a fase metanogênica o pH varia entre 6,5 e 7,5 e os valores de DBO₅, COT, DQO e nutrientes serão significativamente menores. Devido à cadeia de constituintes existentes no chorume, e às variações quantitativas sazonais e cronológicas (pelo aumento da área exposta), não se deve considerar uma solução única de processo para seu tratamento (Hamada & Matsunaga, 2000). Alguns autores, como Forgie (1988) sugerem um critério para permitir a decisão na seleção de processos. Quando o chorume apresentar DQO elevada (acima de 10.000 mg/l), baixa concentração de nitrogênio amoniacal e uma relação DBO/DQO entre 0,4 e 0,8, e uma concentração significativa de ácidos graxos voláteis de baixo peso molecular, o tratamento pode ser efetuado por ambos os processos, ou seja anaeróbio e aeróbio.

No Brasil, quando se define por tratamento do chorume “in situ”, utiliza-se com muita frequência as lagoas biológicas que possuem a dificuldade de necessitar de uma área muito

grande em regiões com elevados índices pluviométricos e da umidade. Neste sentido, muitos projetos utilizam a técnica de recirculação de chorume para diminuir a quantidade de líquidos a serem tratados, porém em épocas chuvosas o sistema pode chegar ao limite da sua capacidade. A recirculação de chorume deve ser aplicada quando se monitora a umidade ou grau de saturação do lixo, pois além de elevar seu peso específico, pode provocar inibição do processo de biodegradação. Por outra parte, o sistema de tratamento por lagoas biológicas não reduz a quantidade de nitritos, nitratos e amônia presente no meio, o que pode acarretar em uma contaminação dos cursos d'água.

Neste sentido, alguns estudos estão sendo desenvolvidos, com objetivo de se definir novas tecnologias para o tratamento eficiente e eficaz, e com custos compatíveis para o tratamento de chorume. Sendo assim, o Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco vem pesquisando tratamentos secundários ou terciários, de forma a complementar os tratamentos já existentes. Este tratamento está baseado em um sistema bioquímico, que combina os efeitos da fitoremediação (EPA, 1993; Brix, 1994; Garcia et al, 1997) com os das barreiras reativas de solos para contenção de contaminantes (Jucá et al, 2002).

O Quadro 6 apresenta alguns processos e tipos de tratamento utilizados no Brasil.

Quadro 6 – Processos e tipos de tratamento do chorume

PROCESSO	TIPO DE TRATAMENTO
Canalização do lixiviado	- Recirculação de lixiviado
Processos biológicos	- Tratamento conjunto com águas residuais; - Tratamento aeróbio; - Tratamento anaeróbio
Processos físico-químicos	- Precipitação química; - Oxidação química - Adsorção com carbono ativo - Filtração; - Osmose inversa; - Charcos artificiais
Tratamento natural	- Aplicação no terreno - Jardinagem com aplicação no terreno
Tratamentos Mistos	- Diferentes combinações de vários

No Brasil alguns aterros sanitários como o Aterro de Bandeirantes (São Paulo) e o Aterro Metropolitano Centro (Salvador) não fazem o tratamento do chorume “in situ”, e sim, destinam o a estações de tratamento de esgoto ou de resíduos industriais mais próximas. Como consequência, os custos se elevam devido ao transporte destes líquidos, bem como, transferem a responsabilidade para outros, pois, em geral, as estações de tratamento de esgoto (ETE) não estão preparadas para receber um líquido com uma diversidade e altas concentrações de componentes orgânicos e inorgânicos (inclusive metais pesados).

O Quadro 7 apresenta o tipo de tratamento de efluentes líquidos (percolado) realizado nos maiores aterros de resíduos sólidos do Brasil.

Quadro 7 – Tipo de tratamento de efluentes líquidos

Cidade	Tipo de Destinação Final	Quant. (ton/dia)	Tratamento de Chorume
Recife-PE	Aterro Controlado da Muribeca	2.800	Recirculação de chorume, lagoa anaeróbia, lagoas facultativas, sistema bioquímico
Caruaru - PE	Aterro sanitário de Caruaru	200	Digestor Anaeróbio, seguido por um charco artificial
Manaus - PA	Aterro Sanitário de Manaus	1.125	Recirculação de chorume e biorremediação
Belém - AM	Aterro Sanitário de Belém	1.024	Recirculação de chorume e biorremediação
Rio de Janeiro-RJ	Aterro Controlado de Gramacho	7.026	Tanques de polimento e sistemas de nano-filtracao
Rio de Janeiro-RJ	Aterro Controlado Zona Oeste		Não informado
Fortaleza-CE	Aterro Sanitário de Caucaia	3.500	Lagoas anaeróbia e facultativas
Fortaleza-CE	Aterro Sanitário de Aquiraz	21	Lagoas anaeróbia e facultativas
Goiania-GO	Aterro Controlado de Goiania		Não informado
Extrema - MG	Aterro Sanitário de Extrema	8	Lagoas anaeróbias em série, seguidas por uma facultativa e uma de maturação
Paracatu - MG	Aterro Sanitário de Paracatu	26	Uma lagoa anaeróbia seguida por uma facultativa
Contagem - MG	Aterro Sanitário do Perobas	214	Tanque Inhoff seguido de filtro biológico
Ipatinga - MG	Aterro Sanitário de Ipatinga	150	Reator anaeróbio, lagoa de estabilização, aerador de cascata e lagoa de maturação
Uberlândia - MG	Aterro Sanitário de Uberlândia	120	Tratamento primário (grades, retentor de óleo e desarenador), seguido por RAFA (reator anaeróbio de fluxo ascendente) e filtro biológico.
Três Corações - MG	Aterro Sanitário de Três Corações	30	Uma lagoa anaeróbia seguida por um filtro anaeróbio e uma lagoa facultativa
Biguaçu - SC	Aterro Sanitário da Formaco	11.500 a 14.500	Poço coletor anaeróbico com circulação forçada, depois um reator UASB que inicia o tratamento físico-químico e posteriormente para um decantador e depois para um sistema de lagoas composta por lagoa anaeróbia, lagoa facultativa e lagoa de maturação e por fim adição de hipoclorito de sódio para desinfetar o líquido tratado.
Belo Horizonte-MG	Aterro Sanitário de BH	4.139	Recirculação de chorume . Excedente tratado na ETE do município.
Porto Alegre-RS	Aterro Sanitário da Extrema	200	Filtro anaeróbio em leito de brita construído sob o Aterro; lagoa de aeração forçada; transporte com caminhão tanque para cotratamento final em ETE juntamente com esgoto doméstico
Porto Alegre - RS	Aterro Sanitário Metropolitano Santa Tecla	1.300	Filtro anaeróbia construído sob o aterro, lagoa anaeróbia, lagoa areada, 2 lagoas facultativas, leito de filtro de areia.
Itaquaquecetuba - SP	Aterro Sanitário de Itaquaquecetuba	650	Não tem tratamento, o chorume é levado para estação de tratamento de esgoto do município. Está previsto tratamento químico
Mauá- SP	Aterro Sanitário de Mauá	1.500 a 2.000	3 reatores e 2 lagoas com agitador (aerador)
São Paulo-SP	Aterro Sanitário São João		Tratamento na SABESP (esgotos)
Santo André-SP	Aterro Sanitário	700 a 750	Uma lagoa anaeróbia e uma facultativa com aerador
União da Vitória-PR	Aterro Sanitário		Não informado
Salvador-BA	Aterro Sanitário Metropolitano		Tratamento no CETREL (resíduos industriais)
Palmas - TO	Aterro Sanitário	120	Sistema de lagoas de estabilização em série com 01 lagoa anaeróbia, uma facultativa e uma de maturação.
Araguaína - TO	Aterro Sanitário	160	Fossas sépticas e valas de infiltração
Guarai-TO	Aterro Sanitário	40	2 lagoas anaeróbias
João Pessoa-PB	Aterro Controlado	870	Digestor anaeróbio seguido de fitorremediação

As fotos abaixo ilustram o tratamento de resíduos de alguns aterros do Brasil



Foto 4 – Lagoa de captação de chorume – Itaquaquetuba – SP



Figura 5 – Estação de tratamento – Santo André – São Paulo



Figura 6 - Estação de tratamento (2 lagoas facultativas) – Mauá – São Paulo



Figura 7 –Tanques de polimento, sistema de nano-filtracao – Gramacho – Rio de Janeiro

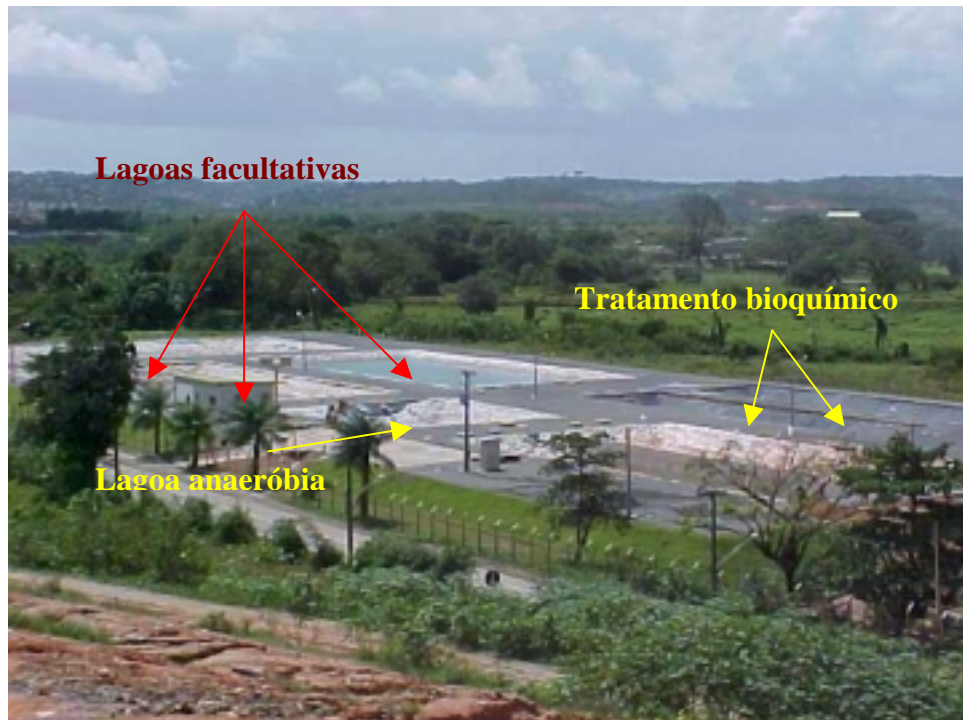


Figura 8 - Estação de tratamento – Muribeca – Pernambuco

4.3. Tratamento e Aproveitamento de Gases

No Brasil o tratamento de gases em aterros sanitários é praticamente todo feito através da queima do metano (CH_4) e liberação do dióxido de carbono (CO_2). Em geral o sistema de drenagem de gases é individual (tipo aberta) utilizando-se queimadores do tipo flare, havendo algumas exceções em sistemas conjugados de drenagem, com extração forçada de gás. O tratamento de gás com queima do tipo aberta não é o mais aconselhado uma vez que a queima não é completa, como acontece nos queimadores do tipo enclausurados. Esta combustão incompleta ou a baixas temperaturas, além de não garantir a transformação do metano (CH_4)

em dióxido de carbono (CO₂), pode resultar na liberação de compostos tóxicos, que poderiam ser destruídos pela ação de elevadas temperaturas.

Em relação ao aproveitamento de gases no País, ainda não existem plantas em operação com geração de energia elétrica com o biogás. A primeira unidade que está sendo implantada é a do Aterro Sanitário dos Bandeirantes em São Paulo que terá capacidade instalada de 20MW e que já foi autorizada para produção de energia elétrica em 2003 pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Outros projetos estão sendo avaliados pela Agência para serem concessionados pelas prefeituras: Aterro Sanitário de São João/SP e o Aterro Sanitário Metropolitano de Salvador/BA. Em Pernambuco, o uso da biomassa para produção de energia elétrica ainda está restrito ao bagaço da cana. Contudo, o estudo de mercado dos resíduos sólidos pôde constatar a existências de algumas cidades ou aterros com potencial de exploração energético. O desenvolvimento desta tecnologia em outros países e estados e as experiências adquiridas anteriormente terão papel importante para o surgimento crescente de usinas produtoras de energia elétrica no País (Maciel, F.J., 2002).

Além das perspectivas de maior desenvolvimento desta tecnologia em todo mundo, o setor elétrico brasileiro vem utilizando mecanismo de incentivos ao uso da biomassa (inclusive do Biogás) para geração de energia elétrica. O Programa Nacional de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) de 2001 determina que 3.300 MW de potência instalada seja adicionada ao sistema elétrico brasileiro a partir de fontes de energia renováveis, onde os produtores desta energia terão a garantia de venda por um prazo de até 15 anos e o estabelecimento de um valor de referência compatível com as características técnico-econômicas de cada projeto. Além de outros incentivos inclusos no PROINFA, destaca-se também a redução de encargos no uso do sistema de transmissão e distribuição de eletricidade em no mínimo 50% , além disso existe no Brasil o Fundo Protótipo de Carbono, que é uma parceria entre o Banco Mundial, onde serão financiados os Certificados de Emissões Reduzidas ou "créditos de carbono", no âmbito do Protocolo de Kyoto e do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Estima-se que o mercado global de carbono atinja US\$ 10 bilhões por ano nos próximos anos e que o Brasil tenha potencial para responder por parte significativa desse mercado.

5. Investimentos Federais

De acordo com dados do Governo Federal, no Ano de 2001 foram destinados cerca de R\$ 76 milhões (EURO 25 milhões) para a área de resíduos sólidos. Somando as aplicações da Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos – SQA/MMA - Ministério de Meio Ambiente, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano – SEDU, Fundo Nacional de Meio Ambiente – FNMA/MMA e Fundação Nacional da Saúde – FUNASA, foram contemplados 408 municípios, distribuídos nas diferentes regiões do Brasil (Quadro 8). No Ano de 2000 foram financiados 156 municípios, totalizando um investimento de R\$ 51 milhões. Destes, R\$ 24 milhões foram aplicados pelo IBAMA em municípios da Baía de Guanabara, RJ. No Ano de 2001 a SQA/MMA, SEDU, FNMA/MMA e FUNASA ampliaram seus investimentos para R\$ 76 milhões.

O Quadro 8 apresenta o número de financiamentos e valores no período de 2000 e 2001 para todas as regiões brasileiros. Uma análise deste quadro permite se observar que o valor investido em cada projeto tem diminuído no período em estudo, havendo uma maior distribuição dos recursos, inclusive por regiões. De uma forma geral a quantidade de recursos alocados é muito inferior às necessidades do setor, que podem alcançar cifras dezenas de vezes superiores a estas. Atualmente o Ministério de Meio Ambiente junto com a Caixa

Econômica Federal buscam definir custos unitários para obras no setor, além de estimar o déficit brasileiro.

Quadro 8 – Financiamentos federais no período de 2000 e 2001

Regiões	Nº de Municípios			Valores Financiados		
	total	2000	2001	TOTAL	2000	2001
Norte	67	18	49	R\$ 19.016.323	R\$ 4.694.654	R\$ 14.321.670
Nordeste	112	31	81	R\$ 26.836.670	R\$ 8.713.455	R\$ 18.123.215
Sudeste	185	69	116	R\$ 46.225.692	R\$ 32.790.167	R\$ 13.435.525
Centro-Oeste	76	14	62	R\$ 15.449.459	R\$ 2.374.253	R\$ 13.075.206
Sul	124	24	100	R\$ 19.672.618	R\$ 2.674.100	R\$ 16.998.518
BRASIL	564	156	408	R\$ 127.200.763	R\$ 51.246.629	R\$ 75.954.134

6. Considerações Finais

Em relação a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizado em 2000, observa-se a necessidade de uma revisão, tendo em vista as diferenças observadas com entre os dados apresentados e a realidade. Este fato foi claramente observado nas comparações e análises realizadas neste trabalho. De acordo com J.M.Mesquita (2002), o resultado excessivamente favorável desta pesquisa pode trazer alguns reflexos danosos ao setor de resíduos sólidos na elaboração de políticas e diretrizes, bem como desaquecer e inviabilizar o repasse de financiamento e recursos; inviabilizar programas de capacitação; diminuir a importância sanitária e ambiental do setor, tudo isto com reflexos negativos para a saúde pública.

A elevada quantidade de resíduos sólidos gerados no Brasil não é compatível com a políticas e os investimentos públicos para o setor. Observa-se que há um longo caminho para se trilhar, onde a capacitação técnica e a conscientização da sociedade são fatores determinantes. Neste sentido a gestão integrada dos resíduos sólidos tem sido uma ferramenta inovadora e eficaz no contexto brasileiro.

Com referencia aos aterros sanitários observa-se que os grandes aterros da região sudeste transferem o chorume para estações de tratamento de esgoto, e vale salientar que, as mesmas não foram dimensionadas para tratar as concentrações dos componentes existentes no chorume, ocorrendo assim, apenas a transferência do problema com altos custos.

O tratamento de chorume requer investimento em pesquisas que busquem eficiência e eficácia, a custos compatíveis com a região, utilizando-se tecnologias apropriadas ao meio ambiente (clima, balanço hídrico, materiais disponíveis, capacitação e cultura dos recursos humanos).

No Brasil o aproveitamento energético dos gases se encontra em uma fase incipiente, com algumas prefeituras e empresas privadas solicitando licenciamento desta atividade e buscando convênios com empresas estrangeiras e universidades para estudos de viabilidade de geração de energia dos aterros sanitários.

Apesar dos investimentos federais serem muito aquém das necessidades, observa-se a partir de 2000 uma tendência de aumento de fonte e valores a serem financiados, com a criação de programas específicos para o incentivo das ações na área de resíduos sólidos, com enfoque principal na capacitação técnico-gerencial, retirar de crianças dos lixões, recuperação de áreas degradadas pelos mesmos e implantação de aterros sanitários.

7. Referencias Bibliográfica

1. **Comitê de Resíduos Sólidos da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.** Comentários sobre a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizado na FITMA, São Paulo. José Maria Mesquita. 2002
2. **Viabilidade Econômica-Financeira Para Implantação De Aterros Sanitários Com Aproveitamento Energético Em Pernambuco.** Felipe Jucá Maciel, 2002
3. **Pesquisa nacional de saneamento Básico – PNSB – 2000. Comentários sobre os resultados apresentados no tema de Limpeza Urbana pelo Consultor J. H. Penido Monteiro.** J. H. Penido Monteiro, abril, 2002
4. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares.** Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), Diretoria de Controle da Poluição Ambiental. São Paulo, 2001.
5. **Diagnóstico de Resíduos Sólidos no Estado de Pernambuco.** José Fernando Thomé Jucá, Maria Odete Holanda Mariano, Ronaldo Câmara Cavalcanti & Alexandrina Sobreira. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Setembro-2001, João Pessoa – PB.
6. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil.** José Dantas de Lima. Setembro-2001.
7. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAM). 2000
8. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Instituto de pesquisas tecnológicas (IPT). São Paulo. 2000
9. **Diagnóstico de Resíduos Sólidos no Estado de Pernambuco – Workshop.** Grupo de Resíduos Sólidos da UFPE e Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Pernambuco, Maio-2000. Recife – PE
10. **Estudos para uma Proposta de Gestão de resíduos Sólidos no Estado de Pernambuco.** José Fernando Thomé Jucá, Maria Odete Holanda Mariano, Ronaldo Câmara Cavalcanti. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Dezembro-2000. Porto Alegre-RS
11. **Concepção do Sistema de Tratamento de Chorume para o Aterro Sanitário de Ilhéus – BA.** Jorge Hamada & Ivo Matsunaga IX SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000
12. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico.** <http://www.ibge.gov.br>;
13. **Fórum Nacional Lixo e Cidadania.** <http://www.unicef.org/brazil/lixoecidadania/>
14. **Governo do Estado do Paraná.** <http://www.pr.gov.br/sema/>
15. **Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano.** <http://www.planalto.gov.br/sedu/>
16. **Do Lixo a Cidadania. Estratégias de Ação.** Fórum Nacional Lixo e Cidadania, 1998.