

III-111 - AVALIAÇÃO DO DIAGNÓSTICO DOS ASPECTOS RELACIONADOS À GESTÃO INTEGRADA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NAS REGIÕES DE DESENVOLVIMENTO EM PERNAMBUCO

Cynthia Fantoni Alves Ferreira⁽¹⁾

Engenheira Civil. Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil. Pós Doutoranda do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Sócia da empresa Ambientacy Engenharia Gestão Ambiental.

José Fernando Thomé Jucá⁽²⁾

Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e Pesquisador do CNPq desde 1991. Doutor pela Universidad Politécnica de Madrid e Pós-doutorado na Universidade de São Paulo (2011). Atualmente é o coordenador do Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco (GRS/UFPE). Coordenador de vários projetos de pesquisa financiados por agências de fomento Estadual, Federal e Empresas.

Joana Teresa Aureliano Maia⁽³⁾

Engenheira Civil e Sanitarista pela Universidade Católica de Pernambuco. Especialização em Saneamento Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco. Especialização em Avaliação de Impacto Ambiental pela COPPE – UFRJ. Mestre em Gestão e Políticas Ambientais pela Universidade Federal de Pernambuco. Gestora de Resíduos Sólidos na Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco – SEMAS

Endereço⁽¹⁾: Rua Coronel Jaime Gomes, 159 Floresta – CEP: 31015-240 Belo Horizonte - MG.; email: cynthia.ambientacy@gmail.com

Endereço⁽²⁾:

Centro de Tecnologia e Geociências. Av. Acadêmico Hélio Ramos. Cidade Universitária. Recife-PE. jucah@ufpe.br

Endereço⁽³⁾: Avenida Conselheiro Rosa e Silva, 1339. Jaqueira. Recife-PE. CEP: 52050-020. joana.aureliano@semas.pe.gov.br

RESUMO

O Diagnóstico identifica as características relevantes para a compreensão da gestão de resíduos nos municípios. Neste artigo o Diagnóstico utilizou informações disponíveis no Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) de Pernambuco para a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos e da pesquisa de Avaliação do Estágio de Implantação dos Consórcios Públicos de Resíduos Sólidos no Estado, e identifica as características relevantes para a compreensão da gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios pernambucanos. Ressalta-se que, neste trabalho será dada ênfase nos aspectos relacionados com a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. O PERS de Pernambuco baseou-se nos critérios técnicos que tiveram importância fundamental no processo de elaboração dos estudos que conformaram os arranjos consorciados de municípios para a gestão de resíduos sólidos. O diagnóstico apresentou para as 12 Regiões de Desenvolvimento (RD's) de Pernambuco, os valores de geração de resíduos sólidos de aproximadamente 4,3 milhões de toneladas anuais, em 2012. Numa abordagem geral em relação aos aspectos de gestão de resíduos, os resíduos potencialmente compostáveis representam cerca de 56%, os potencialmente recicláveis 25% e 19% considerados rejeitos. Com relação à disposição final em 2001 a destinação final dos resíduos sólidos no Estado caracterizava-se basicamente por lixões e nenhum município apresentava aterro sanitário. Em 2012, observa-se que o PERS não aborda a existência de ações e unidades de manejo de resíduos nos municípios que compõem as 12 RD's para a redução dos resíduos aterrados, dos 185 municípios pernambucanos, 80,5% ainda dispõem seus resíduos sólidos urbanos em lixões, 17,8% em aterro sanitário e 1,7 % em aterro controlado.

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico, Regiões de Desenvolvimento, Resíduos Sólidos Urbanos

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados atualmente nas áreas urbanizadas é a disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados, mas a problemática não se restringe somente à disposição final, mas contempla todo

o processo da produção do resíduo, seu descarte, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final, bem como o padrão de consumo contemporâneo.

O Diagnóstico faz parte do Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco para a Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos e da pesquisa de Avaliação do Estágio de Implantação dos Consórcios Públicos de Resíduos Sólidos no Estado e identifica as características relevantes para a compreensão da gestão de resíduos nos municípios pernambucanos.

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco constitui de uma base de dados técnicos primários e secundários sobre os aspectos socioeconômico, logísticos, ambiental e propriamente da gestão de resíduos. Nos critérios técnicos adotados do Plano, as seguintes diretrizes de planejamento foram observadas: conceito de cidade polo, distância máxima de 35 km entre os municípios e um aterro regional por grupo de municípios, maior número de municípios por sede operacional, evitar a transferência de resíduos entre bacias hidrográficas, manter as configurações existentes, experiência comum na operação dos serviços de limpeza pública e a possibilidade de exploração do potencial energético do biogás gerado pelos resíduos sólidos em aterros sanitários.

A Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente realizou, em parceria com o Grupo de Resíduos Sólidos (GRS) da Universidade Federal de Pernambuco, no período de novembro de 1999 a maio de 2000, o diagnóstico sobre resíduos sólidos em 72 municípios, o que envolveu uma população urbana de quase 6 milhões habitantes, abrangendo aproximadamente 86% da população urbana do Estado. Os estudos técnicos foram realizados com base nos condicionantes ambientais, socioeconômicos e da situação dos resíduos sólidos nas dez Regiões de Desenvolvimento do Estado. (JUCÁ, 2001)

O objetivo do artigo foi de avaliar as características relevantes quanto aos aspectos relacionados à gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos das 12 Regiões de Desenvolvimento (RD's), considerando a situação atual e sua evolução no Estado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para sistematização dos dados do diagnóstico foram feitos levantamentos para todos os municípios pernambucanos e agrupados nas doze Regiões de Desenvolvimento. Essas informações encontram-se disponíveis no Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco. Os aspectos relacionados com a gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) como geração per capita, composição gravimétrica e disposição final dos resíduos sólidos urbanos serão os principais dados analisados nesta pesquisa.

Dados Popacionais

Conhecer o número de habitantes e sua concentração sobre o território é importante tendo em vista a relação direta com a produção de resíduos e também com a capacidade de gerir os mesmos. A Região Metropolitana é a mais povoada, sendo também a que concentra, em termos relativos, a maior parte da população de Pernambuco. A quantidade de municípios foi apresentada por faixa populacional para cada Região de Desenvolvimento.

Geração per capita

Para a determinação dos valores de geração per capita utilizou-se os valores encontrados no PERS de Pernambuco o qual foram pesquisados os Planos de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos já elaborados para alguns municípios de Pernambuco e estudos elaborados pelo Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco (SEMAS, 2012).

Ainda segundo a SEMAS (2012) para municípios cujos valores não foram encontrados, foi adotada a taxa de geração per capita média da Região de Desenvolvimento, de forma a permitir a estimativa da geração atual de resíduos sólidos urbanos.

Geração de Resíduos

$$z = \frac{y \cdot \text{Pop} \cdot 365}{1000}$$

Onde:

z = geração de resíduos em 2012 (PERS);

y = geração per capita, em kg/hab/dia;

Pop = população, em 2012.

Composição Gravimétrica

As características do resíduo podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, e os mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si e as próprias cidades. A caracterização dos resíduos é essencial ao manejo de RSU e indica a possibilidade de aproveitamento das frações recicláveis e compostáveis, contudo, de um modo geral não é realizado em nosso país ensaios de caracterização.

A caracterização da composição gravimétrica baseou-se no estudo de caracterização do Plano de Regionalização da Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos na Bacia do São Francisco (Ferreira, 2011) e do Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco (SEMAS, 2012). Para a composição gravimétrica deste estudo, consideraram-se os municípios em termos de faixas populacionais e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2.

Estratificação 1: População 2010 (IBGE)

As escolhas das faixas populacionais das RD's apresentadas na Tabela 1 foram feitas a partir da análise dos 185 municípios.

Tabela 1: População

População	Código	Nº municípios
≤ 5.000	1	3
> 5.000 e ≤ 10.000	2	15
> 10.000 e ≤ 20.000	3	65
> 20.000 e ≤ 100.000	4	90
> 100.000 e ≤ 500.000	5	10
> 500.000	6	2

Fonte: adaptado de Ferreira, 2011

Estratificação 2: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Na Tabela 2 foi utilizado o IDH (2010) como critério de estratificação uma vez que este índice contempla as dimensões educação, renda e expectativa de vida ao nascer, expressando o índice de desenvolvimento dos municípios. O critério IDH tem relação com a qualidade dos resíduos gerados.

Tabela 2: IDH

IDH	Código
≤ 0,5 – Baixo desenvolvimento	1
Entre 0,5 e 0,8 – Médio desenvolvimento	2
Entre 0,8 e 1,0 – Alto desenvolvimento	3

Após a definição das estratificações, agruparam-se os dois códigos, formando um único composto por dois números para cada município. Os valores de composição gravimétrica com a porcentagem de resíduos potencialmente recicláveis, resíduos potencialmente compostáveis e rejeitos foram baseados na tabela da Região de Desenvolvimento dos municípios do Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Composição dos municípios dos RD's

Código	Característica	Quant. municípios	Rejeitos (%)	Compostáveis (%)	Recicláveis (%)
12	População até 5.000, IDH médio	3	12	62	25
22	População acima de 5.000 e até 10.000, IDH médio	15	23	54	23
31	População acima de 10.000 e até 20.000, IDH baixo	1	16	58	26
32	População acima de 10.000 e até 20.000, IDH médio	64	18	37	45
42	População acima de 20.000 e até 100.000, IDH médio	90	27	48	25
52	População acima de 100.000 e até 500.000, IDH médio	10	20	48	32
62	População acima de 500.000, IDH médio	2	11	63	26

Fonte: adaptado de Ferreira et al, 2011 e SEMAS, 2012

Disposição final

Em relação à coleta de dados referente à situação atual das condições de disposição final dos RSU dos municípios pernambucanos, os dados foram fornecidos pela SEMAS (2012) e agrupados para cada RD.

RESULTADOS

Na Figura 1 apresenta-se a quantidade de municípios por faixa populacional por Região de Desenvolvimento.

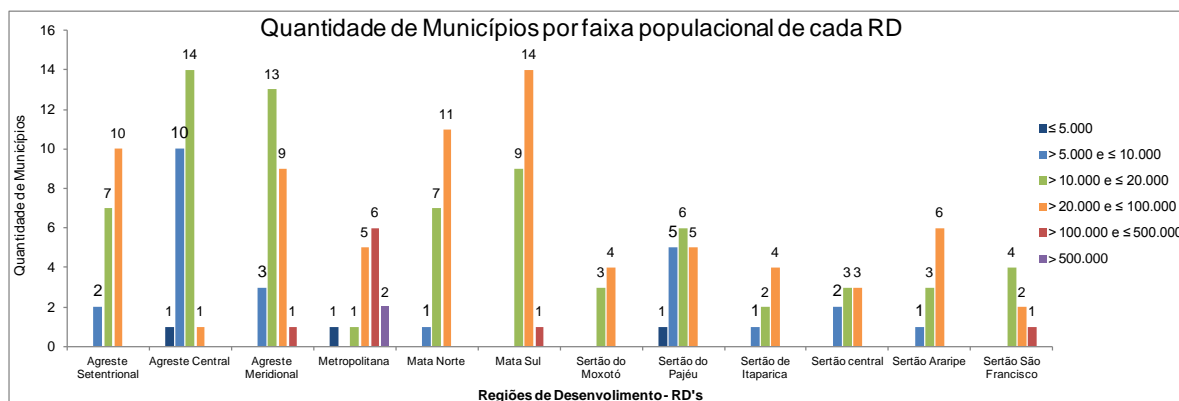


Figura 1: Quantidade de municípios por faixa populacional por RD

Na Figura 1 temos que apenas 3 RD's (*Agreste Central*, *Metropolitana* e *Sertão do Pajeú*) apresentam cada uma um município menor que 5.000 habitantes. 67% das RD's apresentam municípios nas faixas (> 5.000 e ≤ 10.000). Todas RD's apresentam municípios nas faixas (> 10.000 e ≤ 20.000 e > 20.000 e ≤ 100.000). Apenas 33% das RD's apresentam municípios nas faixas (> 100.000 e ≤ 500.000). Apenas a RD *Metropolitana* apresenta 2 municípios na faixa (> 500.000 habitantes).

Geração per capita de resíduos sólidos urbanos

Na Figura 2 apresenta-se a geração per capita por Região de Desenvolvimento.

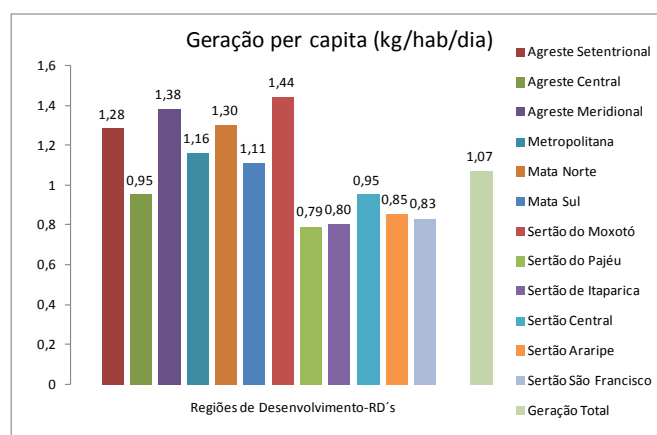


Figura 2: Geração per capita nas RD's

Observa-se que a geração média per capita nas Regiões de Desenvolvimento foi de 1,07 kg/hab/dia.

Conforme Jucá (2001), baseado nos dados da pesquisa da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente a geração diária de resíduos nos 72 municípios das RD's foi de 1,55 kg/hab/dia, que correspondeu a 36,7% da geração total dos resíduos, porém, não se considerou a população flutuante da cidade, podendo este valor de geração per capita ficar próximo de 1 kg/hab/dia.

A geração per capita dos resíduos sólidos urbanos de Pernambuco foi praticamente a mesma em 2012, não havendo alteração significativa na evolução da geração per capita dos resíduos desde 2001.

Geração de resíduos sólidos urbanos

A partir dos dados de geração per capita, foi possível quantificar a geração de resíduos de cada RD de Pernambuco. Nos cálculos utilizaram-se este valor, multiplicado pela população total de 2012 (PERS). Para as 12 RD's de Pernambuco, os valores de geração de RSU chegaram aproximadamente a 4,3 milhões de toneladas anuais como apresentado na Figura 3.

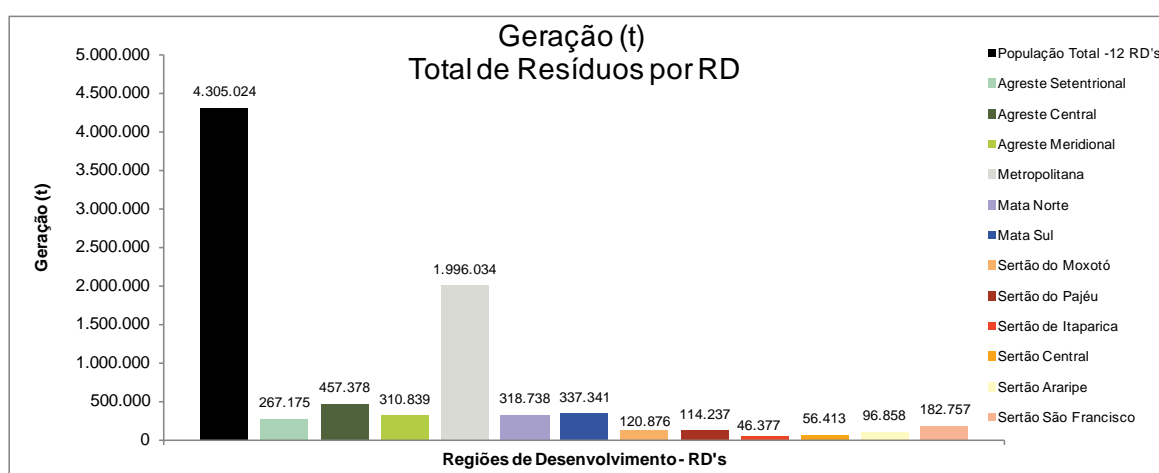


Figura 3: Quantidade gerada de RSU nas RD's

Observa-se, na Figura 3 que a *RD Metropolitana de Recife* com 15 municípios é a maior responsável pela geração de RSU, representando com aproximadamente 44% do total produzido. Em seguida a *RD Agreste Central* com 26 municípios, representando com aproximadamente 11 % do total produzido.

Composição gravimétrica

A geração de resíduos por composição nas RD's é bastante variável, conforme mostra a Figura 4.

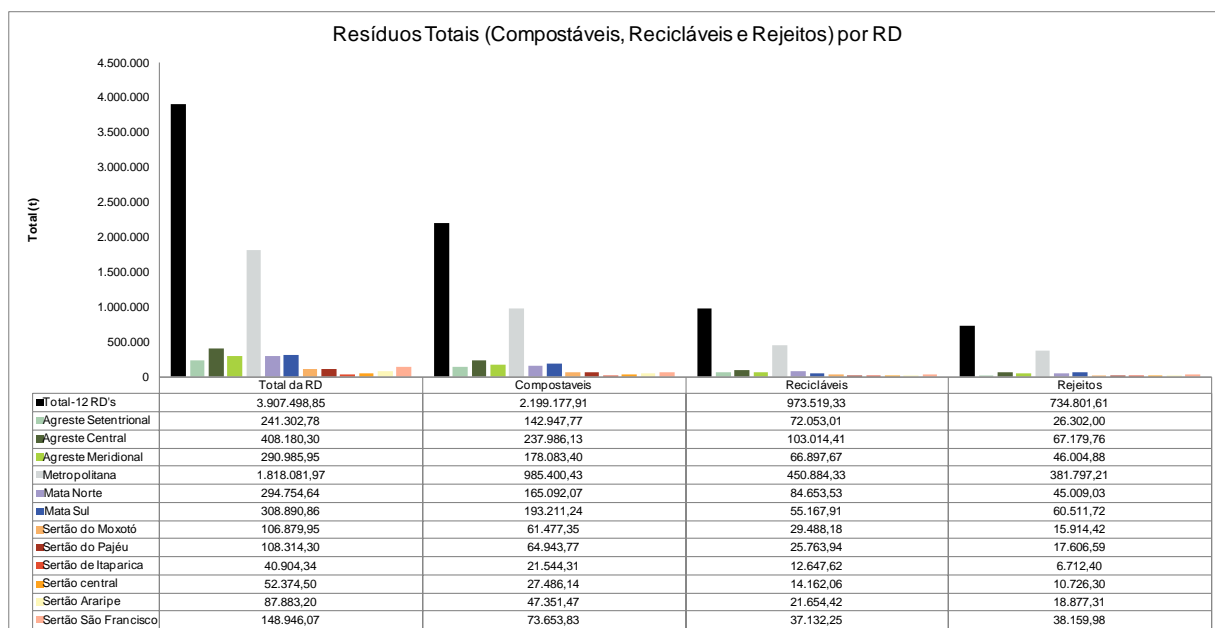


Figura 4: Quantidade gerada de RSU nas RD's por tipo de resíduo

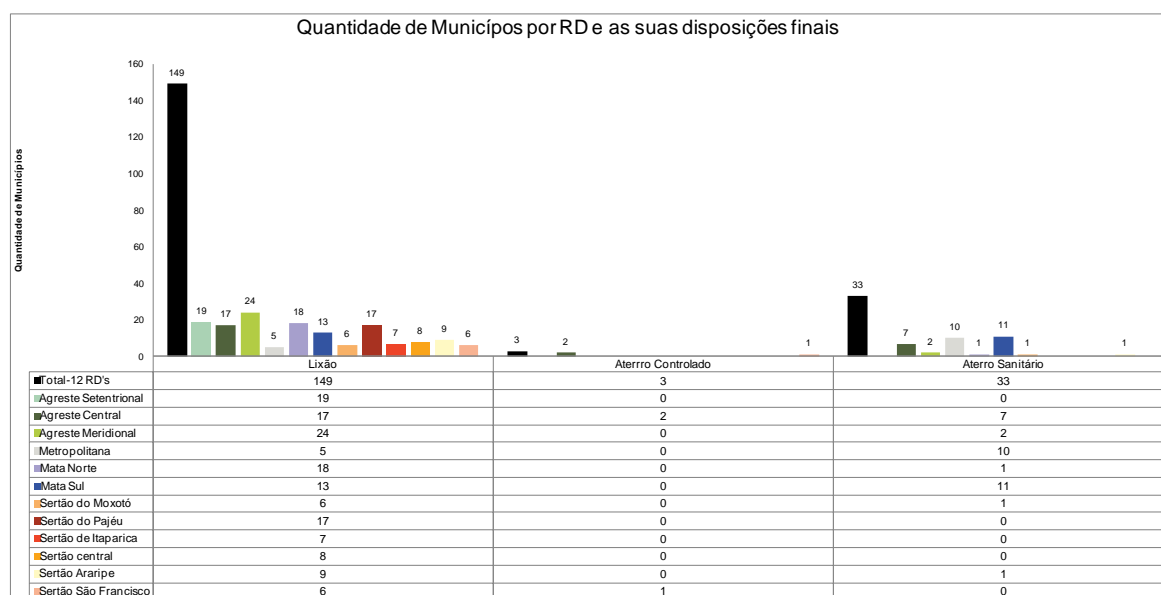
Observa-se, na Figura 4 que a maior geradora de cada tipo de resíduo é a RD *Metropolitana de Recife*, que gera cerca de 985 mil toneladas anuais de resíduos potencialmente compostáveis e 451 mil toneladas anuais de resíduos potencialmente recicláveis. Percentualmente, as 12 Regiões de Desenvolvimento (RD's) produzem no total de 56% de resíduos potencialmente compostáveis, 25% de resíduos potencialmente recicláveis e 19% de rejeitos.

Conforme Jucá (2001), baseado nos dados da pesquisa da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente para as 10 Regiões de Desenvolvimento (RD's) percentualmente produziram no total de 56% de resíduos potencialmente recicláveis, 26% de resíduos potencialmente recicláveis e 18% de rejeitos

A geração de resíduos por composição nas RD's foi praticamente a mesma em 2012, não havendo alteração significativa na evolução da composição dos resíduos desde 2001.

Disposição final

De acordo com os dados da SEMAS (2012), os municípios de Pernambuco estão dispondo seus RSU das seguintes formas: *Aterro Sanitário*, *Aterro Controlado* e *Lixão* e observa-se que o PERS não aborda a existência nas RD's *Unidades de Triagem e Compostagem licenciadas*, conforme apresentado na Figura 5.



Fonte: SEMAS (2012)

Figura 5: Quantidade de municípios por disposição final de RSU por RD

De acordo com a Figura 5, verifica-se que todas as RD's encaminham seus resíduos para lixões, sendo as RD's *Agreste Setentrional*, *Sertão Pajeú*, *Sertão de Itaparica* e *Sertão Central* com todos os municípios dispendo seus resíduos em lixões. A *Região Metropolitana de Recife e Mata Sul* apresentam o maior percentual de municípios enviando seus resíduos para aterros sanitários (30% e 33%, respectivamente) e a *Região Agreste Central* representa 21% de disposição final em aterros sanitários. Observa-se no PERS a inexistência de informações sobre ações e unidades de manejo de resíduos nos municípios que compõem as 12 RD's para a redução dos resíduos aterrados, dos 185 municípios pernambucanos, 80,5% ainda dispõem seus RSU em lixões, 17,8% em aterro sanitário e 1,7% em aterro controlado.

Evolução da destinação final dos resíduos sólidos urbanos de Pernambuco

A Figura 6 apresenta a evolução da destinação final dos resíduos sólidos urbanos em Pernambuco, baseado nos dados da pesquisa da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de 2001 e dados do PERS de 2012.

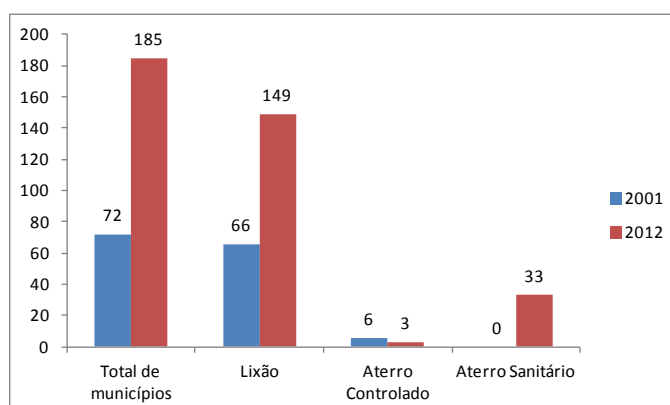


Figura 6: Evolução da destinação final de RSU

Observa-se, na Figura 6 que em 2001 a destinação final dos resíduos sólidos no Estado caracterizava-se basicamente por lixões e nenhum município apresentava aterro sanitário. Em 2012, 18% dos municípios já apresentam aterro sanitário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Numa abordagem geral em relação aos aspectos de gestão de RSU os resíduos potencialmente compostáveis representam cerca de 56%, os potencialmente recicláveis 25% e 19% considerados rejeitos.

Para a disposição final todas as RD's encaminham seus resíduos para lixões. A Região Metropolitana de Recife apresenta o maior percentual de municípios enviando seus resíduos para aterro sanitário.

A gestão compartilhada da destinação vem se mostrando como uma opção adequada para a gestão dos RSU municipais, principalmente para os municípios de populações menores e para aqueles que apresentam fragilidades econômicas e sociais, tendo em vista a grande dificuldade não apenas de implantação dos sistemas, mas principalmente de manutenção e operação desses.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de Pós Doutorado Júnior (Processo Nº 151212/2003-9) concedida para esta pesquisa, ao Grupo de Resíduos Sólidos da Universidade Federal de Pernambuco (GRS/UFPE) e notadamente aos técnicos da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco (SEMAS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Índice de Desenvolvimento Humano. 2010. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/consulta/>> Acesso em: abril, 2014.
2. FERREIRA, C. F. A.; ROCHA G.H.T; MYSSIOR, S., FONSECA, F.P; BARROS, M.G.P. Composição gravimétrica para o plano de regionalização de Minas Gerais para a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos na bacia do São Francisco. In: 26 CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2011. Porto Alegre. *Anais...* ABES, 2011.
3. JUCÁ, J.F.T; MARIANO, M.O.H; MOURA, A.S.S; CAVALCANTI, R.C. Diagnóstico de resíduos sólidos no estado de Pernambuco. In: 21 CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2001. João Pessoa. *Anais...* ABES, 2001.
4. SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco. Recife. 2012.